

**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **Termisk ogräsbekämpning**

**Flamning för ogräsbekämpning och  
blastdödning**

### **Thermal weed control**

**Flaming for weed control and crop defoliation**

**Johan Ascard**



---

**Institutionen för  
lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Agricultural  
Engineering**

**Rapport 130  
Report**

**Uppsala 1988**

ISSN 0283-0086

ISBN 91-576-3560-9

---

**DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK, Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)**

Institution/motsvarande		Dokumenttyp	
Institutionen för lantbruksteknik		Rapport	
		Utgivningsår	Målgrupp
		1988	F R P
Författare/upphov			
Ascard, J.			
Dokumentets titel			
Termisk ogräsbekämpning. Flamning för ogräsbekämpning och blstdödning  Thermal weed control. Flaming for weed control and crop defoliation			
Ämnesord (AGROVOC)			
weed control, weeds, flaming  equipment, methods, economy  physical control, cultural control, chemical control, pest control, organic farming  vegetable crops, root crops, grain crops, fruit crops, urban areas, parks			
Andra ämnesord			
termisk ogräsbekämpning, thermal weed control, flame cultivators alternativ odling, chemical versus cultural weed control blstdödning, leaf desiccation, crop defoliation			
Projektnamn			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr			ISBN
Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik, Rapport 130			91-576-3560-9
			ISSN
			0283-0086
Språk	Smf-språk	Omfång	Antal ref.
Svenska	Svenska, engelska	146 s	98

**Postadress**

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET  
Uttunbiblioteket  
Förvärvssektionen/LANTDOK  
Box 7071  
S-750 07 UPPSALA  
Sweden

**Besöksadress**

Centrala Uttuna 22  
Uppsala

**Telefonnummer**

018-17 10 00 vx  
018-17 10 98  
018-17 10 97

**Telex**

76062 ULTBIL S

## FÖRORD

Denna rapport riktar sig huvudsakligen till odlare, rådgivare, lärare, forskare och andra som vill ha fördjupade kunskaper om termisk ogräsbekämpning, med tillämpningar främst inom yrkesmässig trädgårdsodling. Termiska bekämpningsmetoder kan i olika situationer användas som alternativ eller komplement till kemisk ogräsbekämpning.

Rapporten ger en aktuell översikt om olika termiska metoder mot ogräs och en mer ingående beskrivning av teknik och metoder för flamning med gasolbrännare. Förhoppningen är att rapporten kan uppdateras och kompletteras efterhand som utvecklingen fortskrider. Andra aktuella översikter om flamning är en dansk rapport av Vester (1984) och en tysk av Hoffman (1985). För kortare översikter hänvisas främst till artiklar av Ascard (1987cd, 1988a) och Nilsson et al (1988).

Mycket av förarbetet till rapporten med insamling av faktamaterial har gjorts inom ramen för anslag från Lantbruksstyrelsen till undersökningar om termisk ogräsbekämpning under 1986 och 1987 (Fonden för trädgårdsnäringens främjande resp. Handelsgödselavgiftsmedel). Anslagen beviljades efter uttalat stöd från TRF - Trädgårdsnäringens Riksförbund. Rapporten har slutförts inom ramen för ett forskningsanslag från SJFR - Skogs- och jordbrukets forskningsråd. Rapporten är därför också upplagd som en lägesrapport över var forskning och utveckling står när det gäller termisk ogräsbekämpning.

Tack riktas till leverantörer av redskap och gasolutrustning för värdefull information. Stort tack riktas också till Jakob Vester, Institutet för ukruttsbekaempelse i Danmark och alla de odlare som medverkat till mycket av faktainnehållet i rapporten. Tack även till Avdelningen för köksväxtodling och Avd. för frukt- och bärproduktion, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp för tillhandahållande av försöksfält.

Värdefulla synpunkter på rapporten har lämnats av Kjell Svensson och Sven-Eric Svensson vid Inst. för lantbruksteknik, Hugo Berg och Lars Synnerholm vid Sprängämnesinspektionen, Ingemar Bengtsson, Mäster Grön och Marianne Hellbe, Lantbruksnämnden. Lena Eskilsson har tålmodigt gjort utskrifterna.

Trots rapportens akademiska karaktär är det min förhoppning att den ska kunna läsas med behållning av en bred publik.

Alnarp i september 1988

Johan Ascard



## ABSTRACT

This review mainly discusses flaming with LPG (liquefied petroleum gas), used primarily in horticultural crops. A brief survey is made also of other thermal weed control methods, for example: with infra-red radiation, using steam, microwaves, electrical treatment using high voltage current with continuous contact or spark discharges.

The biological effects of flaming on plants, weed seeds and soil are described. Technique and type of equipment in use are discussed, and also methods and economical aspects of its use in vegetable crops, root crops, fruit crops, on hard surfaces in urban areas, and for potato haulm desiccation. Other possible applications such as using flaming for soil sterilisation, to control plant diseases and crop pests are discussed briefly.

Thermal weed control by flaming is today used commercially mainly by alternative vegetable growers and on hard surfaces in urban areas. Flaming is generally more expensive than chemical weed control. Flaming is an important and profitable aid primarily when one wishes or is compelled to cut down on the use of herbicides and the alternative is handweeding.



## INNEHÅLL

1. INLEDNING.....	1
2. OLIKA TYPER AV TERMISK OGRÄSBEKÄMPNING.....	3
2.1 Definitioner	3
2.2 Flamning	4
2.3 Infraröd strålning	6
2.4 Hetluft	7
2.5 Vattenånga	7
2.6 Hetvatten	8
2.7 Mikrovågor	8
2.8 Högspänd elström	9
2.9 Gnisturladdning	10
2.10 Energiförbrukning vid termisk ogräsbekämpning	10
2.11 Slutsats	12
3. FLAMNINGENS UTVECKLING FRAM TILL IDAG.....	13
4. FLAMNINGENS VERKNINGSSÄTT.....	15
4.1 Värmeskador på växter	15
4.2 Flamningens dödande verkan på växter	15
4.3 Vilken värmedos behövs för att växten ska dö ?	17
4.4 Inverkan på ogräsplantor	19
4.5 Inverkan på ogräsfrö	21
4.6 Vädrets inverkan	22
4.7 Inverkan på kulturväxter	22
4.8 Inverkan på mark och markliv	23
5. ENERGIKÄLLOR.....	25
6. GASOL.....	27
6.1 Egenskaper	27
6.2 Förbränning	28
6.3 Gasolbehållare	29
6.4 Gasolpris	31
6.5 Gasoluttag i gasfas - förångningsproblemet	31
6.6 Gasoluttag i vätskefas	33
6.7 Säkerhetsaspekter vid gasolanvändning	34
7. BRÄNNARE.....	37
7.1 Gasfasbrännare	38
7.2 Vätskefasbrännare	40
7.3 Infrabrännare	42
7.4 Gasförbrukning	43
7.5 Vilka brännare är bäst?	43
8. BRÄNNARINSTÄLLNING OCH AVSKÄRMNING .....	45
8.1 Brännarinställningens betydelse	45
8.2 Brännarinställning vid oselektiv flamning av ogräs eller blast	46
8.3 Brännarinställning vid selektiv flamning i växande gröda	50

9. UTRUSTNING FÖR FLAMNING.....	55
9.1 Krav på utrustning	55
Säkerhetskrav	55
Tekniska funktionskrav	57
9.2 Utrustning för grönsaksodling och lantbruk	59
9.3 Utrustning för frukt- och bärodling	60
9.4 Utrustning för hårdgjorda ytor	62
9.5 Olika fabrikat - gasoldrift	63
Reinert	63
Biofarm	66
Agro Dynamic	67
Catter	69
Primus Svenska	71
Övriga redskapssystem	73
Hemmabyggen	74
9.6 Olika fabrikat - fotogendrift	74
Emidal-Produkter	75
Agentor	75
10. ARBETSTEKNIK VID FLAMNING.....	77
10.1 Viktiga grundförutsättningar	77
10.2 Förberedelser i fält	77
10.3 Lämplig tidpunkt för behandling	78
10.4 Inställning av utrustningen i fält	79
10.5 Anpassning av värmedosen med körhastighet och gastryck	80
10.6 Kontrollera effekten	80
10.7 Rätt värmedos	81
10.8 Varför slocknar flammen?	82
10.9 Risk för brand	82
11. GRÖNSAKER OCH LANTBRUKSGRÖDOR.....	83
11.1 Viktiga förutsättningar	83
11.2 Ogräsbekämpning före grödans uppkomst	84
11.3 Ogräsbekämpning strax efter grödans uppkomst	87
11.4 Selektiv ogräsbekämpning i raden i växande gröda	88
11.5 Ogräsbekämpning mellan raderna	90
11.6 Blastdödning före skörd	90
11.7 Bladdödning och ogräsbekämpning efter skörd	92
11.8 Flamning i enskilda grödor	92
Morot	92
Betor	94
Bönor	95
Kål	95
Lök	95
Majs	100
Potatis	101
Purjo	103
Sparris	103
Stråsäd	104
Övriga grödor	104
12. FRUKTODLING, BÄRODLING och PLANTSKOLOR.....	105
12.1 Termisk jämförd med mekanisk och kemisk ogräsbekämpning	105
12.2 Flamning i vedartade växter	105
12.3 Behandlingsstrategi mot ogräs i fleråriga odlingar	107
12.4 Fruktodling	108
12.5 Plantskolor	111
12.6 Hallon	111
12.7 Jordgubbar	112
12.8 Blåbär	113
12.9 Övriga bärslag	113

13. GRÖNYTOR OCH STADSMILJÖER.....	115
13.1 Möjligheter och begränsningar	115
13.2 Hårdgjorda ytor	116
13.3 Planteringar	116
14. ANDRA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN.....	119
14.2 Bekämpning av svampsjukdomar och skadeinsekter	119
14.1 Jordsterilisering	120
15. EKONOMI OCH DISKUSSION.....	121
15.1 Jämförelser mellan bekämpningsmetoder	121
15.2 Gasolkostnad	122
15.3 Maskinkostnad	122
15.4 Behandlingskostnad	123
15.5 Arbetskostnad för kompletterande ogräsbekämpning	124
15.6 Totalkostnad	125
Morotsodling	125
Blastdödning i potatis	127
Fruktodling	128
Hårdgjorda ytor	130
16. SLUTSATSER.....	133
Grönsaksodling och lantbruk	133
Blastdödning i potatis	134
Frukt- och bärodling	134
Hårdgjorda ytor	134
Framtidsutsikter	135
17. SAMMANFATTNING.....	137
18. SUMMARY.....	139
LITTERATUR.....	141

#### BILAGOR

- Bilaga 1. Fysikaliska och kemiska egenskaper för propan och butan
- Bilaga 2. Gasolförbrukning med olika munstycken och gastryck
- Bilaga 3. Adresser till tillverkare och leverantörer av flamaggregat

## 1. INLEDNING

Den växande kritiken mot kemiska bekämpningsmedel har lett till en strävan att minska eller helt utesluta kemikalieanvändningen inom jordbruk och trädgårdsodling. Bristen på rationella alternativ är dock ett stort hinder i utvecklingen.

Vid odling utan kemiska ogräsmedel krävs andra åtgärder för att kontrollera ogräset. Förebyggande åtgärder, förändrad odlingsteknik och mekanisk ogräsbekämpning är till stor hjälp, men löser inte alla problem. Inom den etablerade jordbruks- och trädgårdsnäringen finns också en oro för att tillgången på kemiska bekämpningsmedel i framtiden kommer att begränsas av lagstiftning eller andra orsaker. Det är därför av många skäl motiverat att närmare undersöka och utveckla de alternativa metoder som finns. Termisk ogräsbekämpning är en benämning på olika metoder som använder värme för att bekämpa ogräs.

Flamningstekniken användes yrkesmässigt på 50- och 60-talet och provades till många olika ändamål. Tekniken övergavs sedan till förmån för billigare och effektivare herbicider. Idag används flamning nästan uteslutande av alternativodlare i de nordeuropeiska länderna, och under de allra senaste åren även av kommuner för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor i parker och gatumiljöer. En stor fördel med metoden är att den inte lämnar efter sig några skadliga restsubstanser i mark eller växter.

Den hittills måttliga efterfrågan har gjort att tekniken utvecklats långsamt. Avsaknaden av bra eller prisvärda redskap har fått till följd att många odlare har byggt egna redskap. Tyvärr har dessa hemmabyggen ofta bristande säkerhetsanordningar och låg teknisk nivå. Det vore önskvärt att det kom igång serietillverkning så att bra redskap till rimliga priser kan bli tillgängliga på marknaden. Bristande grundläggande kunskaper om termisk ogräsbekämpning är emellertid idag ett stort hinder både för att konstruera och använda utrustningen på bästa sätt.

Syftet med denna rapport är att presentera rationella alternativ eller komplement till kemisk ogräsbekämpning. Rapporten är huvudsakligen inriktad på flamning eftersom denna teknik är helt dominerande i praktiken och för närvarande bedöms ha störst användbarhet.

Flamning har sina främsta tillämpningar inom trädgårdsodling, i vissa lantbruksgrödor samt i park- och gatumiljöer. Andra användningsområden som har bedömts vara av intresse behandlas också.

Rapporten baseras på litteraturstudier, egna försök och erfarenheter, studieresor utomlands och kontakter med forskare, maskin- och gasol-leverantörer, odlare och andra med erfarenhet av termisk ogräsbe-kämpning.

## 2. OLIKA TYPER AV TERMISK OGRÄSBEKÄMPNING

### 2.1 Definitioner

Till begreppet termisk ogräsbekämpning kan hänföras olika fysikaliska metoder som verkar med värme eller strålning för att bekämpa ogräs (Svensson, 1987; Sanwald, 1977; Diprose et al, 1984).

Sanwald (1977) ger en definition av fysikalisk ogräsbekämpning som ett samlingsnamn för metoder som verkar med elektromagnetisk strålning för att döda frön i jorden och ogräs. Till fysikalisk ogräsbekämpning hänförs då också flamning. Sanwalds definition med elektromagnetisk strålning är dock inte heltäckande för olika termiska metoder, eftersom det t ex med flamning och vattenånga mer handlar om konvektionsvärme än strålningsvärme.

Man kan bland termisk bekämpning, enligt Svensson (1987) skilja på metoder för:

direkt upphettning:

- \* flammor
- \* infraröd strålning
- \* hetluft
- \* vattenånga
- \* hetvatten

och indirekt upphettning med elektriska metoder:

- \* mikrovågor
- \* högspänd elström
- \* gnisturladdning

Dessutom har enligt Sanwald (1977) även gammastrålning, laserstrålning, och UHF-strålning provats till ogräsbekämpning. Dessa metoder bedöms ännu ha litet praktiskt intresse och behandlas ej vidare här.

Till termisk bekämpning skulle också frysning av ogräs med t ex flytande kväve eller kolsyresnö (koldioxid) hänföras. Bekämpning av ogräs med kyla behandlas inte heller vidare i denna rapport.

Andra metoder än de termiska inryms under benämningarna mekanisk, kemisk och biologisk ogräsbekämpning.

De flesta termiska metoderna verkar huvudsakligen genom att cellerna i växten brister vid snabb upphettning. Om skadan är tillräckligt omfattande vissnar växten inom några dagar. Effekten tycks vara en funktion av tillförd energi, kanske bäst uttryckt som en temperatursumma eller värmemängd. Verkningsätt behandlas mer ingående i kapitel 4.

### Värmeöverföring till växten

Den alstrade värmeenergin kan överföras till växtens celler på tre principiellt olika sätt:

- \* värmeledning
- \* konvektion
- \* strålning

Med värmeledning menas transport av värme inom ett material. Värme som tillförs en bladyta transporteras sedan in i vävnadens kallare delar genom ledning.

Vid konvektion strömmar en het gas eller vätska över ytan på ett material. I detta sammanhang kan exempelvis en flamma eller het luft avge värme till en bladyta. Uppvärmningen av cellerna i växtens inre sker sedan genom värmeledning.

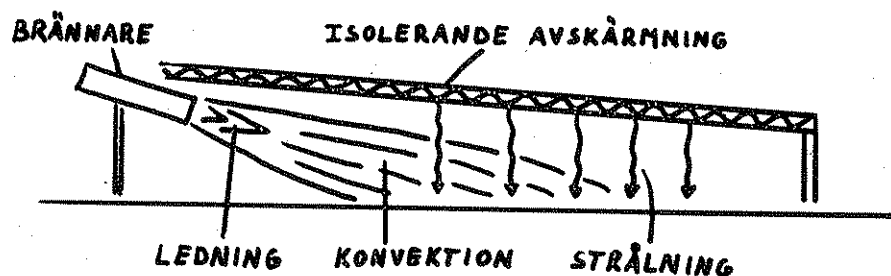
Vid strålning överförs energin med hjälp av elektromagnetisk strålning eller vågor. Strålningsvärme från exempelvis en infravärmare avger värme till ytan på en växt. Värmen sprids sedan in i växten till de enskilda cellerna genom värmeledning. Även vid uppvärmning med mikrovågor eller elström överförs energin med elektromagnetisk strålning. Mikrovågorna kan tränga in i vissa material och värma inifrån. Uppvärmningen i en växt sker genom att det elektromagnetiska fältet sätter vattenmolekylerna i svängning, vilket medför friktionsvärme i vävnaden.

I praktiken kan således alla tre typerna av värmeöverföring; ledning, konvektion och strålning samverka vid värmebehandling av en växt.

### 2.2 Flamning

Ogräsbekämpning med flammor är den i särklass vanligaste metoden för termisk ogräsbekämpning. Flamning är i stort sett den enda metod som nått någon praktisk och kommersiell användning av betydelse.

Med flammor överförs värmen antingen direkt genom ledning från flammans kärna eller genom konvektion från rökgas och het luft till växtens yta. Om flammorna är inkapslade, kan även reflekterad strålningsvärme avges från avskärmningsmaterialet (figur 2.1).



Figur 2.1 Vid flämning med avskärmade brännare överförs värmen genom ledning, konvektion och strålning.

Gasol (propangas) i flaska är idag den vanligaste energikällan till flämning. Med gasol uppnås en temperatur på  $1400-1600^{\circ}\text{C}$  i flammans kärna. I praktisk drift har man vid markytan uppmätt temperaturer varierande mellan  $700$  och  $1000^{\circ}\text{C}$  beroende på bl.a. avskärningsanordning och körhastighet (Klooster, 1983, Holmøy & Hoftun, 1980). Den höga temperaturen medger en relativt hög körhastighet på aggregaten. Hastigheter på  $3-6$  km/tim är vanliga, men uppgifter upp till  $11$  km/tim förekommer.

En kraftig flämma tränger bättre ner i ett bestånd med ogräs än exempelvis infravärme. Med öppna lågor kan det dock bildas ett isolerande skikt närmast marken, troligen ett skyddsskikt av ånga, (Preuschen, 1968), som skyddar de allra minsta ogräsen. Särskilt om markytan är ojämn kan effekten bli svag mot små ogräs.

Till vissa ändamål t ex blad- och blastdödning för förtorkning av fodergrödor, hö och liknande kan ånga ur vissa synpunkter vara bättre än flämmor. Flämmor har svårt att tränga ner i en hög och tät gröda utan att samtidigt bränna bladtopparna.

Brandrisken är i vissa situationer ett problem. Vid blastdödning eller bekämpning av rotoogräs då man gör mer än en flämning är risken stor för antändning av torra växtdelar, som vissnat ner sedan föregående behandling.

Bekämpningseffekten på ogräs är mycket beroende av brännarstorlek, körhastighet och avskärmning. Vid hög körhastighet utsätts ogräsen för hettan en kortare tid. Bläst och fartvind gör att flämman böjs av och blandas med kallare luft. Med oavskärmade flämmor stiger värmen snabbt upp i luften. Med värmeisolerade avskärningsplåtar hålls värmen kvar längre och man uppnår avsevärt bättre effekt på ogräset, kan hålla högre körhastighet och får lägre energiförbrukning.

Det är nästan enbart flämmor som idag används i de kommersiella redskapen för termisk ogräsbekämpning. I olika redskap är brännarna mer eller mindre överbyggda med vindskydd och värmeisolering för att förhöja värmeverkan. Några olika företag i Europa tillverkar utrustning, som närmare beskrivs i kapitel 9.



### 2.3 Infraröd strålning

Vid ogräsbekämpning med infraröd strålning används gasol drivna strålningsvärmare (figur 7.8). Dessa omvandlar energin i gasol genom förbränning till infraröd strålning. Värmen överförs till bladytan med strålning från rödglödande metallgaller. Strålningsvärmare har en yttemperatur på ca 800°C, vilket kan jämföras med ca 1400-1600°C i flammen på en gaslåga. I praktisk drift har temperaturen vid markytan uppmätts till under 300°C, varierande beroende på körhastighet (Klooster, 1983). Den lägre temperaturen medför att körhastigheten måste sänkas för att få samma effekt på ogräset, jämfört med flammor.

Infrastrålningen värmer huvudsakligen upp de ytor som träffas av strålningen. Strålningsvärmen tränger inte in i ett bestånd med ogräs på samma sätt som flammor. I täta bestånd uteblir därför effekten på blad som skuggas av andra växtdelar.

Hoffman (1985) anger som för- och nackdelar med infravärmare jämfört med öppna flammor:

#### Fördelar:

- \* skarp temperaturavgränsning vid strålningsvärmarens ytterkant (mindre risk för skador på önskvärd vegetation, t ex intill häckar och liknande)
- \* påverkas ej av vind
- \* inget isolerande skikt vid markytan, därför fås effekt även på de minsta ogräsen
- \* mindre explosionsrisk
- \* mindre psykologiskt motstånd mot strålningsvärme

#### Nackdelar:

- \* lägre temperatur ger lägre arbetshastighet, ca 2 km per timme
- \* starkare uppvärmning av markytan på grund av avsaknad av isolerande skikt
- \* bara de blad som träffas av strålningen skadas, sämre effekt i höga ogräsbestånd
- \* strålningsvärmarna är dyrare

Flera undersökningar har visat att enbart infravärme är mindre effektivt för ogräsbekämpning än flammor. Temperaturen är lägre än med flammor vilket gör att körhastigheten måste vara lägre (Klooster, 1983). Med infravärmare blev gasförbrukningen i ett försök dubbelt så hög per ha vid samma ogräseffekt som med flammor (Castille & Chesquière, 1984). Många som har provat strålningsvärmare bekräftar att både kapacitet och bekämpningseffekt blir avsevärt sämre än med flammor (Ahlstedt, 1986; Olsen, 1986; Vester 1987c; Teepen, 1988). Eftersom infrabrännare dessutom är dyrare än brännare med öppna lågor utvecklas inga nya redskap med infrabrännare.

Som exempel kan nämnas att Primus Svenska AB i samarbete med Malmö Gatukontor under 1986 byggde ett redskap med strålningsvärmare (figur 2.2). Detta har använts i full skala för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Efter första årets drift skaffades ett aggregat med flammor, främst för att kunna öka körhastigheten från 1,5-2 km/tim till det dubbla.



Figur 2.2. Malmö Gatukontor har använt ett redskap med infraröd strålning för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor.

Fabrikatet Agro Dynamic använde ursprungligen enbart infrabrännare för termisk ogräsbekämpning. Infrabrännarna kompletterades sedan med brännare med flammor för att förbättra effekten. Företaget satsar nu allt mindre på infrastrålare. De senaste holländska modellerna har enbart brännare med öppna lågor. Det avges dock även infrastrålning från dessa aggregat från metallytor i avskärmningen som blir rödglödande av värme från flammorna. Denna reflekterade infrastrålning uppges öka bekämpningseffekten (Vriesema, 1985).

#### 2.4 Hetluft

Hetluft bildas både vid användandet av öppna lågor och infravärme. Det finns också särskilda gasol drivna hetluftsbrännare som avger luft med temperaturer på ett par hundra grader. Enbart hetluft har dock för dålig verkan för ogräsbekämpning.

#### 2.5 Vattenånga

Vattenånga för ogräsbekämpning och blastdödning har provats i experimentskala. Ånga för sterilisering av jord är däremot en beprövad metod i växthusodling. När ånga kondenseras på en yta avges stora värmemängder till materialet.

Vattenånga alstras i ånggeneratorer, vanligen med olja som energikälla. Finfördelat vatten sprutas in i förbränningsgasen. Högtryckt ånga kan hålla en temperatur på  $170^{\circ}\text{C}$  vid mynnings utlopp men svalnar sedan snabbt. I försök med blastdödning har temperaturer på  $90\text{--}105^{\circ}\text{C}$  uppmätts under aggregatet (Holmøy & Hoftun, 1980). Ångans låga temperatur och den snabba avkylningen gör det nödvändigt att med tryck och övertäckning tvinga ner ångan i bladmassan för att få rimlig effekt.

Ånga kan i vissa avseenden vara lämpligare än flammor. Ånga har provats vid olika jordbrukstekniska institut i Holland för bladdödning och förtorkning av fodergrödor, hö och liknande. Den största fördelen med ånga/rökgasblandning är enligt Philipsen (1970) ett bättre bränsleutnyttjande samt säkrare och effektivare behandling av grödan. Med ånga beräknades bränsleförbrukningen bli halverad jämfört med behandling med öppna flammor. Detta ansågs huvudsakligen bero på ångans större förmåga att transportera och i samband med kondensation överföra värme. Oljeförbrukningen uppgavs till 50 liter olja per ton torrs substans.

Med ånga kan grödan behandlas under en längre tid utan att bladtopparna bränns, vilket är en fördel när blasten ska tas om hand till foder. Vid blastdödning är det ofta nödvändigt att upprepa behandlingen efter en tid. Med ånga kan man även göra en andra behandling utan risk för att intorkade blad fattar eld, vilket annars lätt händer med öppna lågor.

En stor nackdel, som begränsar metodens användbarhet är ångaggregatens låga kapacitet. I norska försök med ångbehandling av lökblast före skörd (Holmøy & Hoftun, 1980) var körhastigheten 0,5 km/tim jämfört med 1,0 km/tim med flammor. Ångaggregaten blir också tunga, vilket begränsar arbetsbredden. Deras ånggenerator med 1,4 m arbetsbredd vägde ca 1000 kg med fylld vattentank.

I Sverige har SJ under 1977-78 gjort försök med ånga för bekämpning av ogräs på banvallar och bangårdar. Eftersom det finns plastmaterial i isolatorer och annat antändbart material längs rälsen kan inte flammor användas. Ånga kunde dock inte användas på grund av för dålig kapacitet. För att användas längs banvallar behövdes en körhastighet på minst 5 km/tim. Inte heller överhettad ånga med temperatur på över 400°C gav tillräcklig hastighet. Med stillastående aggregat på bangårdar med upp till 20 sekunders behandling blev effekten dock god (Andersson, 1987).

## 2.6 Hetvatten

Högtryckssprutning med hett vatten mot ogräs har provats i mindre försök (Albrecht, 1985; Andersson, 1987). Effekten på ogräs blev bättre än med ånga och väl så bra som med flammor. Hetvattnet trängde in bättre i ogräsbeståndet än flammor. Metoden lämpar sig dock endast för mindre plattbelagda ytor och liknande. Risker för jorderosion och det stora vattenbehovet gör metoden ointressant på odlade arealer.

## 2.7 Mikrovågor

Mikrovågsteknik för bekämpning av ogräs har bland annat provats vid universitetet i Texas i USA i början på 1970-talet. Mikrovågor är en typ av elektromagnetiska vågor, som alstras genom omvandling av växelström via en generator till mikrovågsenergi. Mikrovågorna har egenskapen att de värmer vissa material inifrån. Den elektromagnetiska strålningen omvandlas till värme genom att vattenmolekylerna i växten sätts i svängning, vilket ger friktionsvärme. Strålningens dödande verkan anses bero huvudsakligen på upphettningen av det bestrålade materialet, men det finns andra iakttagelser som tyder på andra samverkande faktorer (Diprose et al, 1984).

Till skillnad från exempelvis flammor tränger mikrovågor ner i jorden. Mikrovågor verkar således inte bara på växternas ovanjordiska delar utan också på rötter och frön samt nematoder, svampar och insekter i jorden. Effekten blir mer eller mindre fullständig och verkar på ett begränsat djup, beroende på markfysikaliska och tekniska faktorer. Metoden är

därför snarast att betrakta som en metod för partiell jordsterilisering.

Mikrovågor kan eventuellt vara intressant för jordsterilisering i exempelvis växthusjordar. I Sverige har institutet för mikrovågsteknik visat att det fungerar att sterilisera jord med mikrovågor, men metoden bedömdes ha litet ekonomiskt intresse (Solås, 1986).

Skillnader i dielektriska egenskaper mellan olika biologiska material, kan utnyttjas i selektivt syfte. Större plantor bekämpas med mindre energiförbrukning än små plantor av samma art. Tvåhjärtbladiga ogräs är känsligare än gräs. Plantor är känsligare och lättare att bekämpa än frön, och stora frön är känsligare än små (Albrecht, 1985).

Effektbehovet är mycket stort och kapaciteten helt oacceptabel på de hittills utvecklade aggregaten. Många ogräs behöver  $200\text{--}400\text{ J/cm}^2$ , men det finns uppgifter om gräs som tål mer än  $2000\text{ J/cm}^2$ . Vid energitätheten  $200\text{ J/cm}^2$  behöver ett aggregat på 60 kW 93 timmar för att behandla ett hektar (Diprose et al, 1984). I Top Agrar (1975) nämns dock en kapacitet på 2 ha/dag. Effektbehovet plus mikrovågsteknikens höga krav på strålningsskydd gör att utrustning för fältbruk blir mycket tung och dyr. En amerikansk prototyp med två 30 kW mikrovågsgeneratorer var utrustad med en dieselmotor på 155 kW och vägde 33 ton. Trots skyddsanordningar skulle maskinen troligen ej godkänts av vår Arbeterskyddsstyrelse. Säkerhetsaspekterna måste utredas noga innan metoden tas i bruk.

## 2.8 Högspänd elström

Till begreppet elektrisk ogräsbekämpning hänförs två system: kontakt- (continuous contact) och gnisturladdningsmetoden (spark discharge) (Diprose & Benson, 1984). I detta avsnitt behandlas kontaktmetoden, där en elektrod med mycket hög spänning får beröra plantan, och en ström flyter genom plantan under hela tiden som elektroden har kontakt med plantan.

De elektriska metoderna har gamla anor. Utrustning för att bekämpa ogräs genom att leda ström genom plantorna patenterades i USA redan 1893. Mycket arbete har lagts ner i USA och Europa på att utveckla och förfinat metoderna. Höga kostnader och säkerhetskrav har dock gjort tekniken svår att tillämpa i praktiken. Endast några få företag har vågat satsa på att marknadsföra utrustning. Ett företag i USA har sålt över 100 aggregat. Aggregaten kallas i USA för "Electrical Discharge System (EDS) weeder". Metoden har använts för bekämpning av ogräs i jordbruk, undervegetation i skogsplanteringar och ogräs längs banvallar. Det är även möjligt att göra redskap för exempelvis "nedskärning" av blåbär (Diprose et al, 1984).

Dieseldrivna elgeneratorer kan användas i fältbruk. Aggregatens spänning är vanligen 6-25 kV och effekten 50-200 kW. Elektroden kan placeras fram eller bak på en traktor. Aggregaten är stora och väger ofta mer än 1000 kg. Högspänd ström leds via en elektrod genom plantan, ner i roten. Marken har kontakt med spänningskällans motsatta pol. Effekten på växten anses huvudsakligen bero på att vissa lättflyktiga vätskor i cellerna upphetas och förångas så att cellerna sprängs.

Metoden lämpar sig bäst för ogräs med svagt och grunt rotsystem eftersom skadeverkan i rötterna är beroende av hur stor del av roten som strömmen passerar igenom innan den läcker ut i marken. Kvickrot exempelvis är svår att bekämpa.

Den viktigaste selektivitetsfaktorn är skillnader i planthöjd. Metoden har därför ofta använts i försök mot stocklöpare i sockerbetor, där verkan är god och även roten förstörs. Frontmonterade redskap med flera meters arbetsbredd har använts till detta ändamål i England. Elektrisk ogräsbekämpning har även prövats mot ogräs som blivit högre än grödan (Diprose et al, 1985; Kaufmann & Schaffner, 1982). En annan selektivitetsfaktor baseras på att vedartad och torr vävnad är mer tolerant än späd och saftspänd. Detta förhållande utnyttjas vid bekämpning av rotagräs i busk och trädplanteringar.

Driftskostnaden för ett traktorburet elaggregat är låg, men investeringskostnaden är hög. I en undersökning från Nord Dakota i USA uppmättes bränsleförbrukningen för traktor och elaggregat till 5,1-12,6 liter dieselolja per hektar, beroende på ogräsmängd. Hastigheten varierade mellan 3,8 och 5 km/tim och avverkningen var ca 3 ha/tim med en bekämpningseffekt på 94%. En ekonomisk jämförelse visade att elektrisk ogräsbekämpning behövde användas på ca 210 ha årligen för att komma ner i samma hektarkostnad som en avstrykare för herbicider. Först vid en årlig användning på mer än 900 ha blev elström billigare än kemisk ogräsbekämpning med vanlig lantbrukspruta (Kaufmann & Schaffner, 1982).

Säkerhetsbestämmelserna för dessa aggregat varierar mellan olika länder och är relativt lindriga i USA och Belgien. Systemet kräver däremot i England omfattande säkerhetsåtgärder med isolering av elektroder etc., vilket gör redskapen tyngre och dyrare. Med tanke på säkerhetsaspekterna bedömer Diprose & Benson (1984) det som tveksamt om metoden kommer att användas i en nära framtid i England. Detsamma torde gälla för Sverige.

## 2.9 Gnisturladdning

Gnisturladdning är en metod som framför allt har utvecklats i Sovjet och använts i experiment i radodlade grödor. Traktordrivna generatorer kan användas som kraftkälla. Högsپänd elström avges till växten som en eller flera korta pulser (25-60 kV, 1-3  $\mu$ s). I ett system används en elektrod på vardera sidan om raden. Gnistan utlöses då en planta passerar genom gapet eller spontant då spänningen blir för hög. Metoden kan användas för bekämpning av mindre ogräs och för att påskynda mognaden i grödor som solros. Vid styrd gallring i radsådda kulturer används avancerad elektronik, som avgör vilka plantor som ska avlägsnas.

Orsaken till gnisturladdningens dödande verkan är inte helt utredd. Den utlösta laddningens storlek avgör graden av skada. Temperaturökningen i växten är obetydlig. Huvudeffekten anses istället vara den snabba tryckvåg i växten som orsakas av gnisturladdningen och som bryter ner cellstrukturen.

Aggregaten för gnisturladdning är relativt små och lätta, men kan vara dyra. Spänningar på 10-tals kilovolt ställer stora krav på isolering och säkerhetsanordningar. Dessa krav kan vara svåra att uppfylla under fältförhållanden (Diprose & Benson, 1984).

## 2.10 Energiförbrukning vid termisk ogräsbekämpning

Olika forskare har försökt uppskatta energiåtgången vid olika metoder för ogräsbekämpning. Sådana beräkningar blir alltid behäftade med stora osäkerheter. De flesta beräkningar verkar baseras huvudsakligen på den energin som verkar direkt på växterna eller jorden. Med herbicider har man dock även tagit hänsyn till energiåtgången vid framställningen av

herbicider. Vid flämning har man räknat energimängden från brännarna plus traktorenergin för applicering på fält. Detta är dock bara en del av den totala energiåtgången. Man borde även ta med energiåtgång för utvinning av petroleumprodukter, tillverkning av redskap för applicering etc. (Sanwald, 1977). Eftersom värdena i tabell 2.1 hämtats från olika källor och beräkningarna gjorts på olika sätt och med utgångspunkt från olika bekämpningssituationer, ska de tolkas med stor försiktighet. Siffrorna ger dock en fingervisning om i vilken storleksordning energi-förbrukningen hamnar för olika metoder.

Tabell 2.1. Jämförelse av energiåtgång vid mekanisk, kemisk och termisk ogräsbekämpning. Värdena avser en behandling, där inget annat anges. Värdena är hämtade från olika undersökningar, men kan ge en finger-visning om storleksordningen på energiåtgången för olika metoder.  
1 MJ = 0,28 kWh

	Energiåtgång MJ per hektar	Anmärkning	Referens
Handhackning	65		(1)
Radrensning/kupning	130		(1)
Herbucid	170 (300)*		(1)
Herbucid	450	3 kg/ha	(2)
Elström	180-440	5,1-12,6 l diesel/ha	(3)
	120	3,5 l diesel/ha	(4)
Flämning	1.895	bandflämning	(1)
Flämning	3.400	65 kg gasol/ha	(2)
Laserstrålning	6.900	69 J/cm <sup>2</sup>	(2)
UHF-strålning	36.000	360 J/cm <sup>2</sup>	(2)
Mikrovågor	20-40.000	200-400 J/cm <sup>2</sup>	(5)
Ogräs i potatisodling:			(1)
Herbucid	170 (300)*	sprutning 1 gg 170 MJ	
Handhackning + kupning	260	handhackn. 2 ggr 130 MJ kupning 1 gg 130 MJ	
Radrensning + kupning	390	radrensn. 2 ggr 260 MJ kupning 1 gg	
Flämning enbart	3.790	flamn. 2 ggr 3790 MJ	
Flämning + kupning	3.920	flamn. 2 ggr kupning 1 gg	

\* talet i parentes gäller om energin vid framställning av herbucid (atrazin) var dubbelt så stor.

(1) Fykse (1985a)

(2) Sanwald (1977)

(3) Kaufmann & Schaffner (1982)

(4) Diprose et al (1985)

(5) Diprose & Benson 1984

Mekanisk, kemisk och elektrisk ogräsbekämpning framstår enligt tabell 2.1 som de minst energikrävande metoderna. Flamning intar en mellanställning och övriga termiska metoder kräver mest energi. Energiåtgången för de termiska metoderna är dock beräknade på försöksutrustningar. De termiska metoderna är fortfarande relativt outvecklade, jämfört med t ex kemisk bekämpning, och energikalkylerna kan förväntas bli annorlunda om tekniken vidareutvecklas.

### 2.11 Slutsats

Flertalet av de termiska metoderna är ännu mer eller mindre på experimentstadiet. De elektriska metoderna bedöms ha en utvecklingspotential, men av säkerhets- och kostnadsskäl är de troligen ännu inte aktuella i Sverige. Aggregaten för bekämpning med infraröd strålning och vattenånga har för låg kapacitet för att vara intressanta. Flamning med gasollåga är helt dominerande idag och den enda metoden som nått någon större användning i praktiken. Flamning tycks vara den enda metod som i dagsläget medger en kapacitet, flexibilitet och ekonomi som är någorlunda jämförbar med dagens rationella metoder för kemisk och mekanisk ogräsbekämpning.

Framtida ändringar i lagstiftning och avgifter på kemiska bekämpningsmedel, kan dock snabbt förändra situationen och driva på utvecklingen av ny teknik. I dagsläget är det dock huvudsakligen flamning som är aktuell i praktiken. I fortsättningen behandlas därför endast flamning med gasollåga, om inget annat anges.

### 3. FLAMNINGENS UTVECKLING FRAM TILL IDAG

Det första redskapet för flambekämpning patenterades 1852 i USA av John A. Craig från Columbia i Arkansas. Först på 1940-talet började metoden få betydelse när man i de södra delstaterna använde selektiv flamning i växande gröda i bomull, majs, sojabönor och sockerrör. Under 40-talet skedde en avsevärd utveckling. Olje- och bensinbrännarna, med sina ostabila och förorenande flammor ersattes av gasbrännare.

Mot slutet av 40-talet utvecklades flatbrännare, som sedan ersatte de tidigare använda cylindriska s k rundbrännarna. Flatbrännaren hade jämnare, kortare och mer intensiv flamma. Tekniken utvecklades vidare under 50- och 60-talet. Man arbetade då mycket med att förbättra metoderna för selektiv flamning, genom att pröva olika brännare, brännarinställningar och körhastigheter (Vester, 1984).

Mot slutet av 50-talet slog flamningstekniken verkligen igenom i USA. Ca 15.000 aggregat såldes och användes då huvudsakligen i bomull. I början av 60-talet arbetades mycket med att utöka användningsområdena och förbättra redskapen. Man ökade körhastigheten genom att använda kraftigare brännare. Kulturväxterna skyddades av olika anordningar. Det utvecklades redskap med skydd för kulturväxten i form av skärmar och dysor som sprutade vatten på kulturväxterna. Ett annat redskap hade fläktar som lyfte bladen och gav en kylande luftström runt plantorna (Kepner et al, 1978).

Utvecklingen av flamning gick långsammare i Europa, men annars på liknande sätt som i USA. I England och Holland användes på 50- och 60-talet fortfarande bensin- och oljebrännare. Under 60-talet var i Holland ca 20 flamaggregat i bruk, huvudsakligen för blastdödning i utsädes- och matpotatis (Hoffmann, 1985).

I Danmark tillämpades tekniken vid denna tiden huvudsakligen på större skogsplantskolor för behandling av fröbäddar. Tekniken utnyttjades också i mindre omfattning i grönsaksodling. BP-gas i Danmark introducerade gasbrännare i Europa i början på 60-talet. Dessa brännare var av typen vätskefasbrännare och används än idag. På mitten av 60-talet var intresset som störst i Danmark. Metoden prövades då bl.a. till selektiv flamning i betor efter uppkomst. Inom blomsterlöksodling har metoden använts fram till idag i viss omfattning, huvudsakligen för nervissning av lökblast före skörd (Vester, 1984).



I Sverige provades också flamning under 60-talet, bl.a. till blastdödning i potatis. Esso experimenterade med flamning av ogräs i sockerbeter före uppkomst. Energin var på den tiden relativt billig. Man använde mycket kraftiga oavskärmade brännare och ägnade lite intresse åt energibesparande konstruktioner (Irgens, 1987).

Mot slutet av 60-talet avtog intresset för metoden i takt med att nya effektiva och billiga herbicider utvecklades. De organisk-biologiska odlarna i Schweiz fortsatte dock använda metoden och 1973 började Bio Farm sälja redskap med gasoldrivna vätskebrännare. Efterhand som den alternativa odlingen har brett ut sig har nya redskapssystem utvecklats.

Idag används flamning huvudsakligen i nordvästra Europa, i bl.a. Västtyskland, Holland, Belgien, Schweiz, Österrike, Frankrike, England, Danmark och Sverige. Flamning används idag nästan uteslutande inom alternativ odling, men är där ett mycket vanligt och viktigt hjälpmedel. Den helt dominerande användningen är att bekämpa ogräs före grödans uppkomst i morötter och andra grönsaker, men en del odlare använder också flamning mot ogräs i växande gröda. I Sverige, Danmark, Holland och Schweiz provas och utvecklas för närvarande teknik för termisk blastdödning i potatis.

I Tyskland använder idag åtminstone ett 100-tal alternativodlare flamning, varav hälften använder fabrikstillverkade aggregat och resten hemmabyggen (Geier, 1987).

Tekniken har i Sverige fått ett kraftigt uppsving de senaste åren och idag använder de flesta alternativodlare, som odlar grönsaker i någon större omfattning, gasolbrännare mot ogräs. Eftersom det hittills saknats lämpliga eller prisvärda redskap har de flesta odlare i Sverige byggt egna gasolaggregat. Många odlare använder mycket enkla handburna gasolhandblåslampor, men det finns även traktorburna redskap med arbetsbredder upp till fyra meter. Det har emellertid nu börjat komma igång utveckling och försäljning av svensktillverkade gasolaggregat i olika storlekar till överkomliga priser.

Kommuner i de nordeuropeiska länderna visar nu också ett stort intresse för termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor i stadsmiljöer, typ grusgångar, stenbelagda ytor och trottoarkantsten. Malmö Gatukontor började under 1985 att prova värmebehandling mot ogräs. Flera svenska kommuner har under 1987 och 1988 följt efter. De allra senaste åren har flera helt nya redskap dykt upp på marknaden för termisk bekämpning på hårdgjorda ytor.

Termisk ogräsbekämpning med flamning har nu definitivt kommit in i ett nytt utvecklingsskede. Framtiden får visa vilken utbredning tekniken får.

#### 4. FLAMNINGENS VERKNINGSSÄTT

##### 4.1 Värmeskador på växter

Höga temperaturer verkar skadligt på växter på olika sätt. Olika växter och växtdelar uppvisar stora skillnader i värmeterolerans beroende på bl a art och utvecklingsstadium. Vilande organ som frön, knölar och knoppar i dehydrerat stadium (dvs med låg vattenhalt) är mycket mindre känsliga för värmeskador än aktivt växande plantor. Unga fröplantor är ofta mycket känsliga för höga temperaturer och delen av stammen eller hypokotylen närmast markytan är oftast känsligast. Flertalet växter i aktiv tillväxt kan inte överleva längre tid vid temperaturer över 40°C. Termofila (värmeälskande) växter som växer i öknar, tropiska skogar och liknande, klarar högre temperaturer, men de flesta termofila växter klarar inte varaktig temperatur över ca 55°C. Tiden som plantan utsätts för hög temperatur är avgörande för graden av skada. Generellt sett kan exponeringstiden minskas vid en högre temperatur. (Sutcliffe, 1977).

En växt som under en viss tid utsätts för letal (dödlig) temperatur kan skadas indirekt genom uttorkning, påverkan på olika fysiologiska processer i växten som respiration och fotosyntes, nedbrytning eller inhiberad syntes av essentiella metaboliter som enzym eller strukturella komponenter. Höga temperaturer kan också ge en direkt och omedelbar effekt på tillväxt. Sådana direkta värmeskador beror enligt Sutcliffe (1977) troligen på denaturering och aggregering av membranproteiner, vilket orsakar en ökning av cellmembranernas genomsläpplighet, dehydrering (urvattning) av cellerna och celledöd.

Dessa dödsorsaker vid värmeskada som nämns i växtfysiologisk litteratur tycks alla vara grundade på undersökningar där växterna utsatts för temperaturer i intervallet 40-70°C med varaktigheter i storleksordningen minuter och timmar. När man talar om flamningens effekter på växter handlar det istället om en mycket snabb och chockartad upphettning med temperaturer i intervallet 700-1000°C med en varaktighet på endast 0,1-1 sekund. Dessvärre är litteraturen på detta område mycket begränsad.

##### 4.2 Flamningens dödande verkan på växter

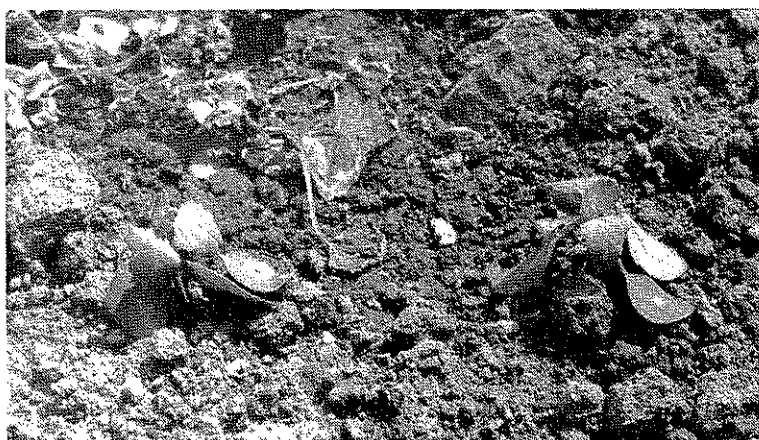
Flamningens dödande effekt på växter anses huvudsakligen bero på att cellmembraner i växten förstörs ("en termisk ödeläggelse av cellmembranerna"), vilket leder till en uttorkning av vävnaden (Ellwanger et al, 1973ab).

Cellmembranerna kan förstöras på två principiellt olika sätt. Redan vid temperaturer på mellan 50 och 60°C under en viss tid, påverkas bladvävnadens cellmembran, genom att membranproteiner denatureras och aggregerar, så att genomsläppligheten hos cellmembranen ökar. Cellvätskan läcker då ut vilket leder till att vävnaden förlorar vätska, torkar ut och dör. Det andra sättet är att vid flämning orsakas en mycket snabb temperaturhöjning i cellerna upp till ca 100°C. Denna snabba upphettning ger en chockartad tryckökning i cellen så att cellmembranerna brister. I båda fallen dör således bladvävnaden genom att cellmembranerna förstörs och cellvätskan läcker ut.

Eftersom verknings tiden vid flämning är mycket kort är det troligt att det är cellsprängningen, snarare än proteinnedbrytningen, som leder till att cellmembranerna förstörs (egen kommentar).

#### Flämningens synbara effekt

Flammornas snabba upphettning av växten kan närmast liknas vid en förvällning eller blanchering av växtens ovanjordiska delar. Det är således inte tal om någon förbränning eller förkolning av ogräsen, utan om en chockartad, snabb upphettning, tillräcklig för att förstöra cellerna i växten. Genom att cellmembranerna förstörs torkar bladen ut och växten vissnar ner inom några dagar.



Figur 4.1. Ogräs före (överst) och efter flämning (nederst). Bladen blir slappa och får en mörkare grön färg efter behandling.

Den enda synliga förändringen omedelbart efter behandlingen är att bladen blir slappa och antar en mörkare grön färg. Detta beror på att cellvätska läcker ut i vävnaden och vakuolerna då inte längre kan upprätthålla turgortrycket (saftspänningen) i cellerna.

För att avgöra om behandlingen är tillräcklig kan man använda "fingertrycksmetoden" (figur 10.3). Ett blad pressas mellan fingrarna. Om ett mörkgrönt blött märke bildas, visar detta att cellstrukturen i bladet är förstört och behandlingen är tillräcklig. Upphettningen behöver således inte vara större än att alla de ovanjordiska delarna antar detta slappa mörkgröna utseende.

Stora växter med tjocka stamdelar eller skyddade skottspetsar och tillväxtpunkter kan dock behöva något längre upphettning för att värmen ska hinna tränga in till enskilda celler i vävnaden. Det är emellertid aldrig motiverat att värma tills växterna förkolnar.

#### 4.3 Vilken värmedos behövs för att växten ska dö?

Det finns enligt Hoffmann (1985) två förutsättningar för att en behandlad växt ska dö:

- en tillräckligt hög och varaktig temperatur
- tillräckligt stora cellskador i vitala delar av växten så att hela växten dör eller hindras att återväxa

Ett idealmål är att överföra minsta nödvändiga energimängd till tillräckligt antal vitala växtceller för att växten ska vissna ner. Växten kan dock vissna ner mer eller mindre fullständigt beroende på olika växtdelars värmetolerans och behandlingens intensitet. Även om de ovanjordiska växtdelarna vissnar ner fullständigt kan det ske återväxt från rötter eller skyddade tillväxtpunkter. Därför behövs i många fall upprepade behandlingar för att successivt utarma en växt.

Effekten av flamning tycks vara en funktion av temperatur, exponeringstid och tillförd energi, kanske bäst uttryckt som en energimängd eller temperatursumma. En lägre temperatur kan i viss mån uppvägas av en längre verkningstid och tvärtom.

Det finns inga exakta och entydiga angivelser i litteraturen på vilken temperatur och vilken verkningstid som måste uppnås i växten för att vävnaden ska dö. Enskilda växter och cellvävnader reagerar nämligen olika på samma värmebehandling beroende på art, ålder och storlek. Faktorer som har betydelse för värmetoleransen är skillnader i förvedning, behåring, vävnadstjocklek, vatten och näringsinnehåll. Beståndets täthet och väderleken har också stor betydelse för vilken värmedos som behövs.

För unga tunnväggiga celler är en uppvärmning till 94-110°C under 0,1 sekund tillräcklig. Tjocka barkceller med stor värmeisolerande förmåga klarar dock upp till 310°C under en sekund (Hoffmann, 1985). I tyska mätningar med örtartade växter har maximitemperaturen i flammade växtdelar uppmätts till 98,9-101,4°C (Albrecht, 1985), men det finns ingen angivelse för exponeringstid. Laboratoriemätningar på cellnivå kan dock inte utan vidare överföras till att gälla hela växten. Vid kortvarig upphettning tränger värmen in olika långt i vävnaden. Skyddande bark- eller bladskikt kan hindra värmen från att nå vitala delar av växten, vilket man utnyttjar vid selektiv flamning. Man har exempelvis undersökt värmens inträngning i stängeln på bomullsplantor vid flamning med hastighet på 4,8 km/tim. Tre millimeter från barkytan uppmättes en flamtem-

peratur på 1154°C. I själva barkytan var temperaturen 434°C och celler med koagulerat innehåll nådde endast 4 cellager djupt. I kambiumlagret under barken uppmättes 56°C. Generellt tycks gränsvärdet för dödande temperatur i kambiumlagret ligga vid 77°C för bomullsplanter (Vester, 1984).

Cellinnehållets sammansättning har också betydelse för värmeteransen. Ju lägre vattenhalt och ju högre koncentrationen är av olika ämnen, desto större är värmeteransen. Därför kan även tillväxtförhållande och näringsstatus ha betydelse. I amerikanska undersökningar har dock kvävetillförseln varierats utan signifikant påverkan på flammningens effekt (Lalor & Buchele, 1970).

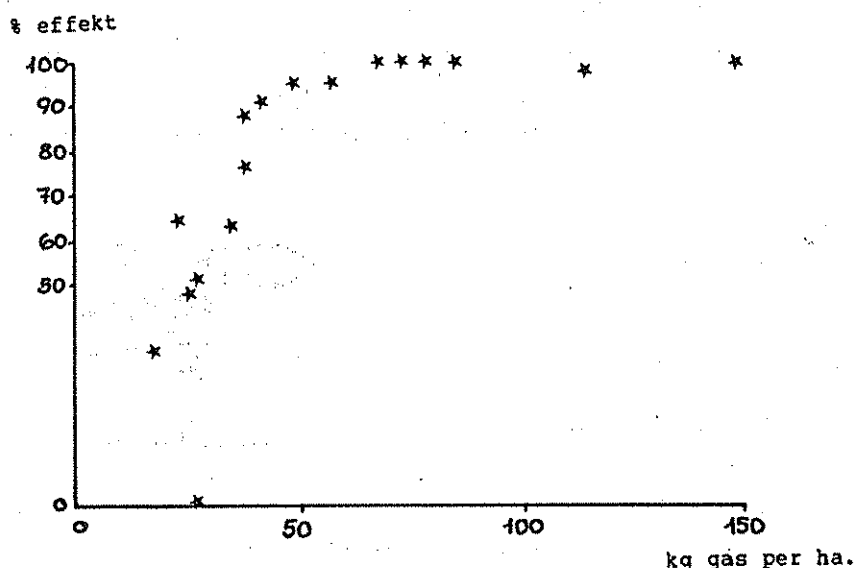
Den dödande värmedosen varierar således från fall till fall. I praktiken är bekämpningseffekten mycket beroende på flammans förmåga att tränga in i växtbeståndet och verka på växterna under tillräckligt lång tid. Under fältförhållanden rör sig flammen hela tiden och påverkas av fartvind och ojämnheter. Markytan utsätts därför i praktiken för en varierande temperatur även under själva flammningen.

Frågan är då vilken verkningstid flammen behöver för att uppnå dödande temperatur i växten. Flamtemperaturen kan i praktisk drift variera mellan 800 och 1100°C. En verkningstid på 0,065-0,130 sekunder uppges vara tillräcklig för de flesta små ogräsplanter (Thomas, 1964). Med en längd på flammkärnan på 10 cm innebär detta en körhastighet på 2,8-5,5 km/tim. Beräkningarna stämmer bra med de hastigheter man vanligen använder vid flammning av ogräs i hjärtbladstadiet med övna oavskärmade flammor.

Större ogräs och täta bestånd kan dock behöva avsevärt intensivare behandling för att värmen ska hinna tränga in och med säkerhet ge full effekt i alla delar av växtbeståndet. I undersökningar vid IMAG i Wageningen (Klooster, 1985; Vriesema, 1985) med inkapslade brännare, har man vid marknivå behövt nå upp till mellan 800 och 1000°C med en varaktighet på ca 1 sekund för att med säkerhet få god bekämpningseffekt (90-95%). I försöken användes allt från mindre ogräsplanter upp till kålplanter på 10-15 cm som testväxter. Bekämpningseffekten avtog med lägre temperatur och kortare verkningstid och var exempelvis endast 34% vid 700°C under 0,4 sekunder.

Verkningstider på över en sekund kan således vara nödvändiga för att med säkerhet uppnå temperaturer över 100°C i vävnaden. I praktiken arbetar man med höga temperaturer (800-1000°C) för att minska exponeringstiden och tillåta ökad körhastighet. Man kan även förlänga den effektiva värmezonen genom att sätta två brännare efter varandra och/eller kapsla in brännarna under en avskärmning. Se vidare i kapitel 8.

Det vanligaste sättet att i praktiken ange värmedosen för gasoldrivna aggregat är "kg gasol/ha". Ett mer allmängiltigt enhet kan vara MJ (Mega Joule)/ha eller kWh/ha. Ett kg gasol motsvarar ungefär effektiva värmevärdet 46 MJ eller 12,8 kWh. De "värmedoser" som behövs i praktiken beror mycket på typ av ogräs och på utrustningens verkningsgrad. Vanliga dosintervall som uppnås i praktiken är 25-80 kg/ha. Vid behandling av lättbekämpade ogräs med modern utrustning med värmereflektor över flammorna kan gasolförbrukningen pressas ner till 25-40 kg/ha. Med oavskärmade flammor blir gasolförbrukningen ofta 60-80 kg/ha. I praktiken kan flammingsintensiteten regleras gradvis främst genom att variera körhastigheten, men även i viss mån med gastrycket. Med en given utrustning och behandlingssituation finns det en minsta gasförbrukning för att få maximal effekt. Över denna gasförbrukning fås ingen ytterligare bekämpningseffekt (figur 4.2.).



Figur 4.2. Bekämpningseffekt (relativ reduktion av antal plantor) i vitsenap (*Sinapis alba*) två dagar efter flamning (Vester, 1987b). Försöket utfördes med brännare placerade under isolerad avskärmning.

#### 4.4 Inverkan på ogräsplantor

Ogräs reagerar olika på samma flambehandling beroende på art, ålder och storlek. Generellt gäller att:

- \* små ogräsplantor är känsligare än större
- \* tvåhjärtbladiga ogräs är på grund av sämre förmåga till återväxt känsligare än enhjärtbladiga (gräs)
- \* arter med skyddade tillväxtpunkter och/eller kraftigt rotsystem skjuter lätt nya blad efter behandling.

Ogräs är generellt känsligare för flamning ju mindre de är. Flertalet arter är lättbekämpade i hjärtbladstadiet eller upp till 2-bladstadiet (2 örtblad utöver hjärtbladen) (tab. 4.1). Ogräsen bör aldrig vara mer än högst 5-10 cm höga vid behandling. Större ogräs kräver längre verkningsstid och skjuter dessutom lättare nya blad efter behandling.

Många arter av fröogräs kan i småplantstadiet bekämpas fullständigt med en behandling. Flera arter t ex etternässla och svinmålla dör fullständigt av en behandling, även om de nått 10-20 cm höjd, men verkningsstiden måste ökas radikalt. Ogräsarter med rosettaktigt växtsätt och gräsarter kan dock skjuta nya skott även om de behandlas i hjärtbladstadiet på grund av deras lågt placerade tillväxtpunkter.

Flamning har endast kortvarig effekt på fleråriga ogräs eftersom plantorna snabbt skjuter nya skott. Sådana ogräs bör därför främst bekämpas med andra åtgärder. Vid bekämpning av fleråriga ogräs med flammor måste behandlingarna inriktas på att med upprepade behandlingar utarma ogräsen.

Enhjärtbladiga arter (främst gräs) har generellt mer värmekänsliga blad än tvåhjärtbladiga arter. I gengäld är gräsarternas tillväxtpunkter skyddade i bladslidorna och överlever därför bättre behandling än många tvåhjärtbladiga växter.

Tabell 4.1 Ogräsarters känslighet för flamning. Skillnaderna beror huvudsakligen på olika förmåga till återväxt. (efter Vester, 1987ab)

Känsliga. Behandling är effektiv upp till 2-bladstadiet. Många arter kan bekämpas fullständigt med en behandling även på senare stadium, med ökad värmemängd.

Etternässla (*Urtica urens*)  
Korsört (*Senecio vulgaris*)  
Rödplister (*Lamium purpureum*)  
Snärjmåra (*Galium aparine*)  
Svinmålla (*Chenopodium album*)  
Våtarv (*Stellaria media*)  
Åkerbinda (*Polygonum convolvulus*)  
Åkerpilört (*Polygonum persicaria*)



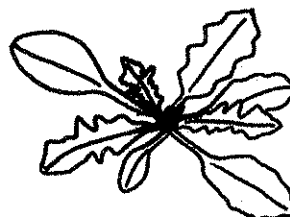
Medelkänsliga. Behandling bör utföras på hjärtbladstadiet.

Nattskatta (*Solanum nigrum*)  
Åkersenap (*Sinapis arvensis*)  
Åkerviol (*Viola arvensis*)



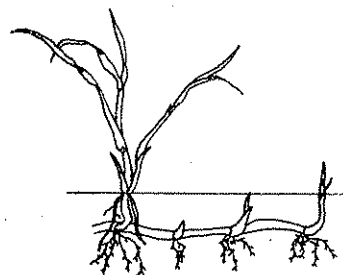
Toleranta. Rosettväxande arter och gräs. Behandling ger nedvissning av ovanjordiska delar, men tillväxtpunkterna överlever på många plantor, vilket innebär återväxt. Därför behövs upprepade flamningar.

Baldersbrå (*Matricaria inodora*)  
Gullkrage (*Chrysanthemum segetum*)  
Lomme (*Capsella bursa-pastoris*)  
Vitgröe (*Poa annua*)



Mycket toleranta. Etablerade fleråriga ogräs. Upprepade flamningar ger nedvissning av ovanjordiska delar, men nya skott kommer snabbt igen.

Maskros (*Taraxacum vulgare*)  
Kvickrot (*Elymus (Agropyron) repens*)  
Åkerfräken (*Equisetum arvense*)  
Åkertistel (*Cirsium arvense*)



Bladens och stamdelarnas förmåga att stå emot hetta avgör således hur känsliga de är för nedvissning av de ovanjordiska delarna. Det som har störst betydelse för flamningens långtidsverkan är däremot ogräsen förmåga till återväxt från skyddade tillväxtpunkter och underjordiska rot- och stamdelar.

Se vidare om behandlingsmetoder i kapitel 10.

#### 4.5 Inverkan på ogräsfrö

Ogräsfröns groning kan, beroende på art, ålder och uppvärmningsgrad, påverkas positivt, negativt eller inte alls av värmebehandling. Flamning har ingen effekt på ogräsfrön i jorden. Flammorna tränger inte ner i jorden och uppvärmningen är obetydlig och ytlig. Enligt äldre undersökningar som refereras av Vester (1984) blir frön i jorden helt oskadade av flamning. Frön på markytan blir bara delvis förstörda, medan frön som ännu sitter på plantan ofta förstörs. Undersökningar har visat att flamning eller bränning ger störst groningshämmande effekt på omogna frön.

Det är allmänt känt att en måttlig uppvärmning av frö till 50°C i vissa fall ökar groningen, vilket också kan utnyttjas för att bryta groningsvila hos frö. Groningsförmågan avtar dock drastiskt när temperaturen når en bestämd letal (dödlig) punkt (Vester, 1984). Detta tyder på att det finns en kritisk temperatur beroende på art och mognadsgrad hos fröet. Det är därför förklarligt att olika fröslag kan reagera olika för en och samma värmebehandling, vilket också visats i försök (tab. 4.2). För det mesta påverkades dock frönas groningsprocent negativt av flamning.

Tabell 4.2 Inverkan av värme, motsvarande termisk ogräsbekämpning, på groning hos nyskördad frö och hos frö lagrat torrt vid utetemperatur från höst till vår (efter Fykse, 1985b)

Ogräsarter	Grodda frön %			
	På hösten		På våren	
	Utan värme	Med värme	Utan värme	Med värme
Baldersbrå ( <i>Matricaria inodora</i> )	5	8	64	42
Gatkamomill ( <i>Matricaria matricaroides</i> )	2	1	7	25**
Lomme ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> )	4	12**	62	56
Åkerpilört ( <i>Polygonum persicaria</i> )	8	8	76	58
Jordrök ( <i>Fumaria officinalis</i> )	4	3	1	1
Svinmålla ( <i>Chenopodium album</i> )	21	7*	28	26
Penningört ( <i>Thlaspi arvense</i> )	15	18	75	57
Rödplister ( <i>Lamium purpureum</i> )	70	24*	77	38*
Åkerförgätmigej ( <i>Myosotis arvensis</i> )	5	9	28	32
Åkerviol ( <i>Viola arvensis</i> )	56	37*	80	46*
Korsört ( <i>Senecio vulgaris</i> )	79	12*	66	43*
Genomsnitt	24	13	51	39

\* Signifikant färre grodda frön med värme

\*\* Signifikant fler grodda frön med värme

Till skillnad från Fykse's resultat har man i enskilda försök i nässelodling fått fler korsörtplantor efter flamning än på obehandlade ytor! (Olofsson, 1987). Detta får betraktas som ett ovanligt resultat, men kan uppenbarligen inträffa när det finns frön av viss art och mognadsstadium på marken eller på ogräsen.



Det finns även undersökningar som har visat att man kan utnyttja sådan gröningsstimulans för att uppnå en långvarig bekämpningseffekt, genom flämning eller bränning av ogräs på hösten. Ogräsfrön kan då provoceras till att gro under en tid då det är ogynnsamt för nygrodda plantor (Vester, 1984).

#### 4.6 Vädrets inverkan

Ogräsen (och kulturväxterna) är känsligast för flämning när plantorna är torra och lider av vattenstress. Om bladen är fuktiga av dagg eller regn behövs mer värme för att ånga bort vattnet från bladytan. Enligt Vester (1987c) räcker det med 10-15% extra energiåtgång om plantorna är våta. Många observationer i fält har dock visat att verkningstiden och därmed även energiåtgången kan mer än fördubblas vid behandling av daggvåta plantor, jämfört med soltorra. Det är därför fördelaktigt att behandla under soliga eftermiddagar. Vid selektiv flämning i växande gröda kan förhållandet bli annorlunda. Det saknas dock undersökningar som visar hur värmetoleransen hos ogräs relativt kulturväxten ändras vid varm väderlek.

Blåst försämrar resultatet om avskärmningen av brännarna är otillräcklig. Oavskärmade flammor blir ostabila i blåst och kan slockna. Även om lågan brinner försämrar resultatet genom att värmen blåses bort och verkningstiden därmed blir kortare. Problemet kan dock avhjälpas med effektiv avskärmning. Med oavskärmade brännare kan man på blåsiga ställen tvingas behandla på morgonen eller kvällen, trots dagg, för att överhuvudtaget kunna behandla. Med avskärmade brännare kan blåst snarare vara en fördel. Avdunstningen från behandlade plantor ökar då.

Regn strax efter flämningen kan försvaga effekten något, eftersom avdunstningen från bladen då blir mindre. Regn efter flämningen torde dock inte ha någon avgörande betydelse för nedvissningen. God markfuktighet efter behandling ger dock snabbare återväxt från behandlade ogräs med överlevande tillväxtpunkter.

#### 4.7 Inverkan på kulturväxter

Samma principer för ogräsens känslighet gäller för kulturväxterna. Det finns även skäl att anta att inte bara olika växtslag utan även olika sorter kan reagera olika för flämning.

Skillnader i värmetolerans mellan kulturväxt och ogräs utnyttjas i selektivt syfte vid flämning. Man utnyttjar här det förhållandet att stänglar och stamdelar har större tolerans än blad. Vedartade växter med tjockt barkskikt har avsevärt större tålighet för flämning än späda ogräs. Flera fältgrödor som majs, lök och sojabönor utvecklar snabbt en hög och tjock stamdel. Majs utvecklar ingen tjock bark, men de yttre bladen skyddar yngre blad och kärllsträngar i stängeln. Se vidare om selektiv flämning i avsnitt 11.5 och 12.2.

Liksom för ogräs är kulturväxterna som regel känsligast för flämning i tidigt stadium. Det finns dock undantag, som utnyttjas i selektivt syfte. I tidigt stadium är enhjärtbladiga växter som majs, stråsäd och lök relativt toleranta mot flämning eftersom tillväxtpunkterna är skyddade under markytan eller innanför hoprullade blad. De ovanjordiska delarna kan vissna ner, men plantan skjuter nya skott underifrån.

Det första bladet på sättlök är tjockt och tåligt jämfört med små ogräs och genom sitt upprätta växtsätt exponerar löken en relativt liten yta för flammorna. Dessutom har sättlöken en stor näringsreserv som kan kompensera vissa skador. Detta gör att man kan flambehandla upp till 5 cm hög sättlök utan påverkan på avkastning. Sojabönor har tjocka hjärtblad som står emot värme bättre än de flesta små ogräsplantor.

Få undersökningar har gjorts om värmeterans hos kulturväxter som är aktuella i Sverige. I USA finns däremot en del publicerade undersökningar i framför allt bomull, fodermajs och sojabönor. Lalor & Buchele (1970) har exempelvis visat att fodermajs och sojabönor reagerar mycket olika för samma flambehandling. Majs har känsligare blad än sojabönor och uppvisar en jämn övergång från lindrig till svår skada när flamningsintensiteten ökas. Hos sojabönor behövs en relativ kraftig exponering för att orsaka en lindrig skada på bladen. En ytterligare liten ökning orsakar däremot en svår skada på bladen.

Detta stämmer väl med praktiska observationer med flamning. Det är nästan omöjligt att orsaka endast lindriga skador på sojabönor, de blir antingen oskadade eller svårt skadade. I majs behövs däremot en mycket kraftig värmetillförsel för att skada bladen allvarligt. Detta förklaras med att majsbladen är mer sammanrullade och inte så utsatta för värmen som sojabönornas blad.

Sojabönor uppvisade oväntat mindre skador på unga blad än äldre blad som exponerats för samma hetta. Detta kan förklaras med att unga blad har en tätare behåring än äldre blad, vilket kan hindra värmeflödet in i bladet. Det kan också bero på någon fysiologisk skillnad mellan unga och gamla blad. Hjärtbladen skadades endast vid intensiv exponering. Dessa blad är mycket tjocka och köttiga och har därigenom liten yta i förhållande till massan än äldre blad, vilket kan förklara den högre värmeteransen. Denna stora tolerans hos hjärtbladen ger möjlighet att flamma i uppkommande sojabönor.

#### 4.8 Inverkan på mark och markliv

##### Upphettnings av markytan vid flamning

Enligt flera samstämmiga undersökningar sker mycket liten och kortvarig temperaturpåverkan i jorden. Vid flamning träffar värmen markytan genom strålning eller konvektion och transporteras sedan sakta ner i marken genom ledning. Vid normal flamning är exponeringstiden mindre än en sekund. Därefter kyls markytan av igen av omgivande luft och underliggande jord. Uppvärmningen är inte större än att man omedelbart efteråt kan lägga handen på markytan. Värmen hinna på denna korta tid inte tränga ner i marken mer än några millimeter.

I en undersökning vid Max Planck Institutet i Tyskland mättes temperaturökningen i jorden. Man kunde inte ens med den lägsta körhastigheten, som behövdes för de mest motståndskraftiga ogräsarter, mäta någon uppvärmning av jorden djupare än 2-3 mm (Preuschen, 1968). Detta bekräftas av en norsk undersökning där man inte kunde uppmäta någon temperaturökning 0,5 cm under markytan ( $<5^{\circ}\text{C}$ ) (Fykse, 1985b).

I en tysk undersökning uppmättes vid flamning  $723^{\circ}\text{C}$  direkt ovanför markytan. Under markytan på 3 mm djup uppmättes  $45,4^{\circ}\text{C}$ . Vid marknivå direkt efter att flammen passerat uppmättes  $38,1^{\circ}\text{C}$  (lufttemperatur  $16^{\circ}\text{C}$ ) (Albrecht, 1985). Denna svaga temperaturpåverkan i marken förklaras av att upphetningen vid normal flamning är mycket kortvarig (vanligen 0,1-1 sekund) och att värmen sprider sig relativt långsamt i jorden.

Som jämförelse kan nämnas att man vid mer långvarig upphettning som vid hyggesbränning i skog kan få mycket höga temperaturer i markytan, medan man bara några centimeter ner i jorden får endast några få graders förhöjning (Troedsson & Nykvist, 1973). Vid halmbränning, som också medför en mer långvarig uppvärmning av jorden än vid flamning, har man kunnat mäta temperaturökningar ner till 10 cm djup, men redan på 2 cm djup har det endast handlat om några få graders förhöjning. Under torra förhållanden skedde det under halmsträngen en tillfällig reduktion av svamp- och bakteriefloran som dock var utjämnad efter två veckor. Reduktionen var mindre i fuktig jord (Nissen, 1976).

Eftersom värmen stannar i markens ytskikt vid flamning skyddas ogräsfrön i jorden och groende frön som är på väg upp. Detta förhållande utnyttjas vid behandling före uppkomst av exempelvis morötter, där den känsliga morotsgrodden är precis under markytan vid behandling.

Hoffmann (1985) menar att när man använder öppna lågor bildas ett "isolationsskikt" närmast markytan av luft som pressas in mellan flamfronten och markytan. Detta leder till att effekten ofta blir dålig på de allra minsta ogräsen, särskilt om markytan är ojämn och flamlängden kort. Vid sådana förhållanden når inte ens hettan ner till markytan på alla ställen.

Infraröd strålning ger i förhållande till flammor en starkare upphettning av markytan, men även denna uppvärmning är begränsad till ytskiktet.

#### Inverkan på markorganismer

Några ingående undersökningar om flamningens effekt på markorganismer saknas. Mätningar av temperatur i jorden ger dock en vägledning. I ett försök att sterilisera jord med mycket kraftig flambehandling uppmättes max 18°C temperaturhöjning på 1 cm djup. Detta var inte tillräckligt för att döda skadliga organismer eller ogräsfrön. Det är dock känt att insekter som till äventyrs befinner sig på markytan och träffas direkt av flaman dör. Många har dock iakttagit att rörliga insekter flyr in under jordklumpar och ner i sprickor när något redskap närmar sig på en åker.

För att sterilisera jord med flammor har en specialgjord utrustning provats. Ett skrapskär lyfter upp det översta jordlagret och slungar in det genom en flamridå så att de enskilda markpartiklarna värms upp till 70°C. Jorden under detta behandlade skikt blir dock opåverkad och man uppnår därigenom en partiell sterilisering (Hoffmann, 1985).

En svensk odlare (Karlström, 1988) har beträffande värmens nerträngning noterat att om man är ute i senaste laget på ett fält med grov ytstruktur och bränner kraftigt över raden där exempelvis rödbetor håller på att komma upp, kan groddplantor som står precis under markytan bli svedda i bladkanten.

Sammanfattningsvis finns inga mer ingående undersökningar om flambehandlingens inverkan på markens mullhalt eller markliv. Med ledning av de undersökningar som gjorts och sammantaget med observationer i fält, finns det ingen anledning att befara någon skada på markens mullhalt eller markliv.

Se även kapitel 14 beträffande avsiktlig bekämpning av skadegörare i bladverk och jordsterilisering med specialredskap.

## 5. ENERGIKÄLLOR

Vid termisk bekämpning med flamning bör man enligt Hoffman (1985) ställa åtminstone följande krav på energikällan. Den ska:

- \* utveckla en hög flamtemperatur
- \* ha en ren förbränning utan föroreningar
- \* ha ett högt värmevärde
- \* ge en reglerbar och stabil flamma
- \* vara enkel och ofarlig att hantera och lagra
- \* vara ekonomisk
- \* vara lätt tillgänglig i handeln

Som framgår av tabell 5.1 är förbränningsvärmen per kg bränsle ganska lika för olika petroleumprodukter. Per liter har dock vätskeformig gasol-propan lägre förbränningsvärme på grund av sin låga densitet.

Tabell 5.1 Effektivt värmevärde för några olika energikällor. Ungefärliga värden. 1 MJ (megajoule) = 0,28 kWh (Gasolboken, 1987; Primus, 1987)

Energiälla	Effektivt värmevärde		Anmärkning
	MJ/kg	MJ/liter	
Bensin	42-44	32	
Dieselolja	43	35	
Eldningsolja, Eol	43	35	
Fotogen	43	34	
Gasol-propan	46	23,5	Vätskeform
Naturgas	43	39 MJ/m <sup>3</sup>	Gasform

Bensin, diesel och andra flytande petroleumprodukter är möjliga energikällor för flamning. Dessa ger dock enligt tidigare erfarenheter ostabila flammor och därmed ojämn temperaturfördelning. Förbränningsgaserna kan ge problem med giftverkan på mark och växter och omgivande miljö och inte minst bli ett arbetsmiljöproblem. Vissa lättare bränslen t ex fotogen har relativt ren förbränning och används i två svenska fabrikat (Emidal Produkter och Agentor, se avsnitt 9.5). I flamningens barndom fram till 1940-talet användes mest olja eller bensin, som bränsle vid flambekämpning. Sedan övergick man till gas, som gav renare och stabilare flammor.

Naturgas och biogas kan i princip användas, men svårigheten att kondensera gasen till små volymer, i kombination med det stora effektbehovet vid flamning, gör det svårt att i praktiken använda dessa gaser på lantbruksredskap. Biogas och naturgas består huvudsakligen av metan. Gasen kräver mycket höga tryck och nedkylning till ca  $-150^{\circ}\text{C}$  för att bli flytande, vilket är svårgenomförbart på mobila lantbruksredskap. Metangas kan lagras i stora stålcyndrar vid normala temperaturer och tryck på ca 200 bar, där 4,5 l komprimerad gas motsvarar en liter flytande gas. Det begränsade energiinnehållet skulle göra att det till flamning krävs mycket stor behållare och täta påfyllningar.

Gasol är idag den helt dominerande energikällan vid flambekämpning. Gasol består huvudsakligen av propan och butan. Dessa gaser är gasformiga vid normala tryck och temperaturer, men kondenseras lätt och kan därmed förvaras i flytande form i gasolflaskor. Gasol föredras i de flesta flamaggregat på grund av sin hanterbarhet samt att förbränningen är ren och reglerbar.

Eftersom gasol idag är helt dominerande kommer gasol och gasolförbränning i det följande att behandlas mer ingående.

## 6. GASOL

### 6.1 Egenskaper

Gasol är det gemensamma handelsnamnet på en petroleumprodukt, som främst består av propan och butan. Den officiella benämningen är Kondenserad Petroleumgas. På engelska är beteckningen LPG = Liquefied Petroleum Gas och på tyska Flüssiggas.

Kemiskt sett består gasol av lättflyktiga kolväten huvudsakligen med 3-4 kolatomer (tab. 6.1). Ofta kompletteras beteckningen gasol med huvudkomponenten, t ex gasol-propan eller gasol-butan. Den gasol, som används i Sverige och är aktuell i detta sammanhang består främst av propangas, men innehåller också butan och små mängder av andra kolföreningar. Se vidare i bilaga 1 om fysikaliska och kemiska egenskaper hos gasol.

Tabell 6.1 Kemisk sammansättning av gasol-propan och gasol-butan  
(Gasolboken, 1987)

Kemisk sammansättning			Propan	Butan
Propan	$C_3H_8$	mol.procent	Min 95,0	Max 9,0
Butan	$C_4H_{10}$	mol.procent	Max 5,0	Min 91,0
Etan	$C_2H_6$	mol.procent	Max 2,0	Max 0,5
Pentan	$C_5H_{12}$	mol.procent	Max 0,5	Max 2,0
Omättade kolväten		mol.procent	Max 1,0	Max 1,0
Svavel	S	viktprocent	Max 0,002	Max 0,002
Indunstningsrest (olja)		viktprocent	Max 0,005	Max 0,005

Propan ( $C_3H_8$ ) och butan ( $C_4H_{10}$ ) ingår som en liten del i naturgas och råolja. Gasol utvinns normalt på något av följande sätt:

- \* ur naturgas genom uttvättning eller kondensering.
- \* ur den gas som finns löst i råoljan när den kommer ur borrhålet.
- \* ur raffinaderigaser från råoljedestillation, reformering av råbensin, vid krackning av tyngre kolväten samt från petrokemisk industri.

Drygt hälften av världens gasolproduktion utvinns i samband med råolje- och naturgasproduktion. Knappt hälften framställs vid raffinering av råolja. Naturgas är den största källan till gasol (Gasolboken, 1987)

Gasol-propan har en kokpunkt på ca  $-43^{\circ}\text{C}$ . Vid normalt tryck och temperatur är gasolen i gasform, men omvandlas genom komprimering vid relativt lågt tryck, 5-10 bar, till vätska. Härigenom kan en stor värmemängd lagras och hanteras i relativt lätta tryckkärl. Gasol-butan har en kokpunkt på  $0^{\circ}\text{C}$ . Särskilt vid lägre yttertemperaturer uppstår problem att få tillräckligt tryck från butan. Därför används endast gasol-propan i de industriflaskor som är aktuella för flämning i Sverige.

Trycket i gasolflaskor varierar med yttertemperatur och är vid  $+20^{\circ}\text{C}$  ca 8 bar (0,8 MPa) medan det vid  $-20^{\circ}\text{C}$  är 2 bar (0,2 MPa).

Gasol innehåller i sig själv inga giftiga beståndsdelar. Gasol är tyngre än luft, och kan under vissa omständigheter samlas på låga punkter och tränga undan syret i luften. Ren gasol är nästan luktfri. Därför har man tillsatt ett doftande svavelämne för att kunna spåra läckage.

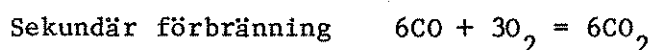
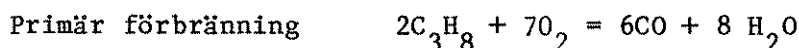
## 6.2 Förbränning

Gasol förvaras i flytande form men förbränns i gasform. Gasol har ett snävt brännbarhetsområde, 2,1 till 9,5 volym % gas i luft. Om halten av gasolgas i luften är högre eller lägre kan förbränning inte ske. Vid övergång från vätska till gas omvandlas 1 kg gasolvätska (1,9 liter) till 495 liter gasolgas vid 1 bar och  $0^{\circ}\text{C}$ . En del gasolgas behöver 24 delar luft för fullständig förbränning. Ett kg gasol-propan ger följaktligen ca 25 kubikmeter brännbar explosiv gasol-luftblandning.

Gasol antänds vid  $460-580^{\circ}\text{C}$ . Flamtemperatur i luften kan teoretiskt nå upp till  $1900^{\circ}\text{C}$ , men i praktiken uppnås  $1400-1600^{\circ}\text{C}$  i flammans centrum (fig. 8.1). Med syrgastillförsel kan flamtemperaturen ökas upp till  $2900^{\circ}\text{C}$ .

Gasol är ett rent bränsle. Avgaserna från förbränningen innehåller praktiskt taget ingen kolmonoxid och är dessutom fria från svavel och tungmetaller. Vid fullständig förbränning bildas nästan uteslutande koldioxid och vattenånga. Vid ofullständig förbränning vid luftunderskott alstras den mycket giftiga gasen kolmonoxid. Detta är dock inte speciellt för gasol utan gäller även för andra bränslen. Gasolaggregat i handeln, som är godkända av Statens Provningsanstalt får ej avge kolmonoxid (CO) i högre halt än 0,1 volym%.

Förbränningen av propan kan beskrivas i två steg:

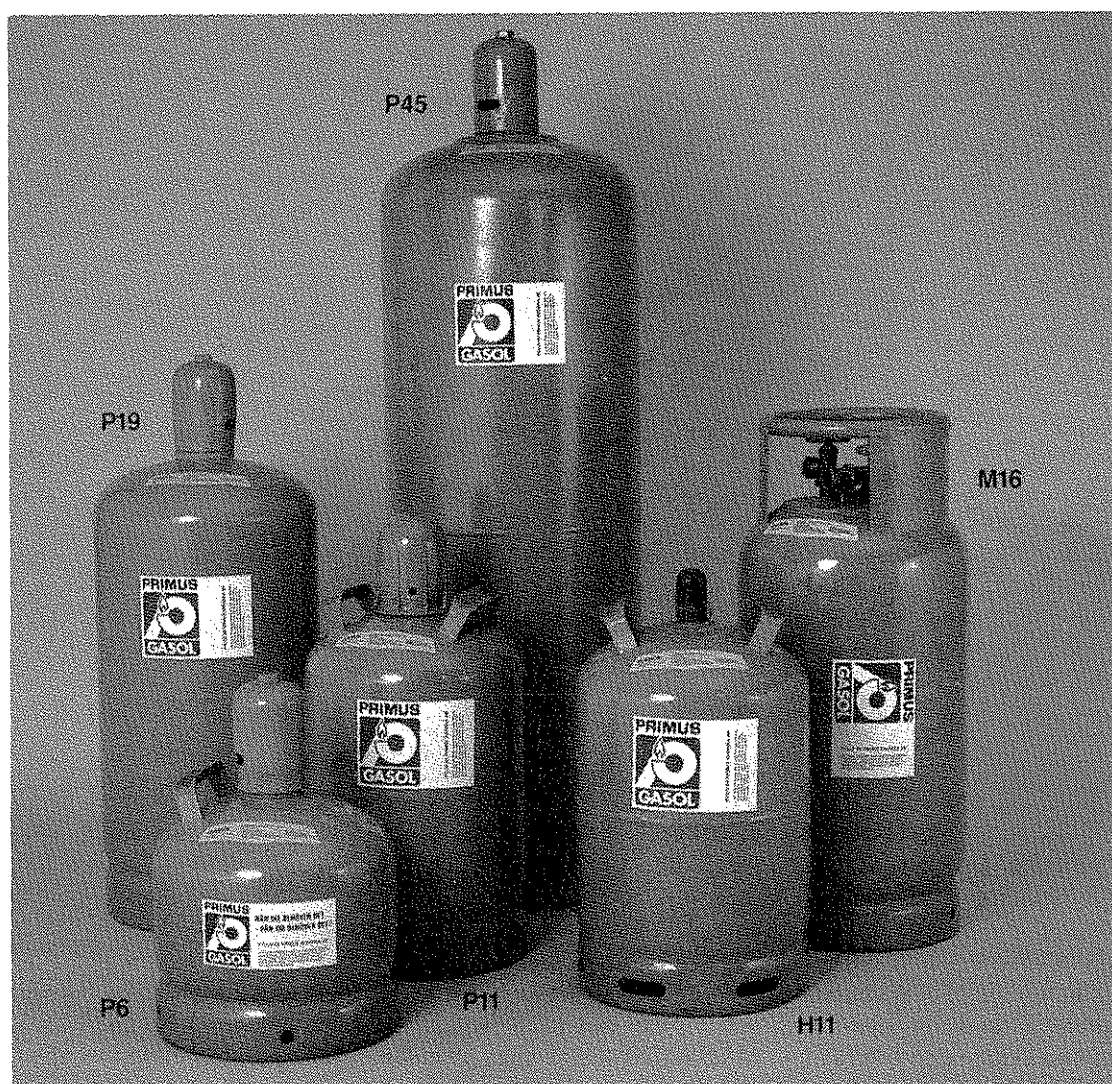


Hos vanliga gasbrännare av bunsenprincip tillförs 65% av luften vid primärluftintaget. Sekundärluften (35%) tas in vid flaman. Olämpligt anpassad eller tillförd sekundärluft medför sämre förbränning.

### 6.3 Gasolbehållare

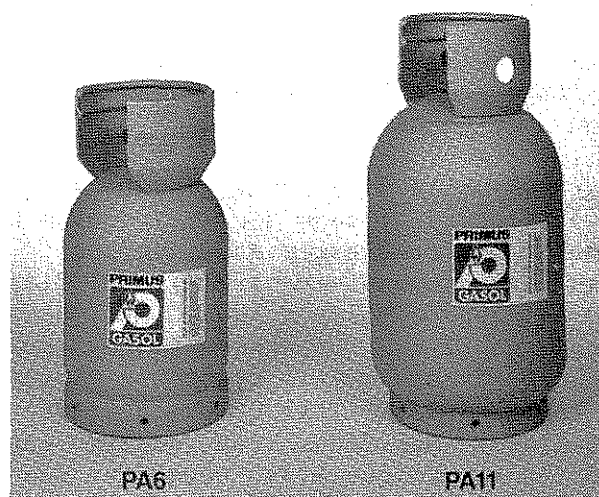
Gasol säljs i gasflaskor eller i bulk och har en utbredd användning inom industri och i hushåll. Primus och AGA dominerar flaskmarknaden och svarar för 60 % respektive 30 % av totala marknaden.

Gasolbehållare som kan vara aktuella till flamaggregat är industriflaskor P6, P11, P19 och P45 (figur 6.1) samt de lättare aluminiumflaskorna PA6 och PA11 (figur 6.2). Siffran anger antal kg gas i flaskan. Dessa flaskor är avsedda för uttag av gasol i gasform. P11 flaskorna är vanliga i handeln och anses av många som lagom tunga att hantera. En fylld P11 flaskor väger totalt ca 22 kg. Ur arbetsmiljösynpunkt är de lättare aluminiumflaskorna att föredra. Till ryggburna aggregat bör endast den minsta flaskan PA6 användas. Till större aggregat kan det vara bättre med större behållare. Det finns även större gaspaket, P250, bestående av 6 st P45 flaskor (figur 6.3). Dessa kan fås för gas- eller vätskeuttag. P250 gaspaketet kräver dock stort utrymme och måste lyftas med truck.



Figur 6.1. Gasolflaskor i stål, s k industriflaskor, P6, P11, P19, P45 och M16 (Foto: Primus).





Figur 6.2. Gasolflaskor i aluminium, PA6 och PA11 (foto: Primus).



Figur 6.3. Gasolpaket P250 med 250 kg gasol. VP250 är för uttag av gasolvätska (foto: Primus).

Det finns även motorgasflaskor M16 för uttag av flytande gasol, som placeras liggande och används som bränsle till bl a truckar. Särskilda vätskefasbrännare används till vätskeformig gasol. Om man föredrar vanliga gasfasbrännare, men vill ta ut gasolen ur flaskorna i vätskeform behövs en separat gasolförångare (figur 6.6).

För mycket stora förbrukare kan det vara aktuellt att hyra en större gasoltank och få den påfylld med tankbil. Det krävs tillstånd från kommunen för uppställning av gasoltanken och den skall skötas av utbildad personal. Man skall vara storkonsument (över 5 ton gasol per år) för att gasoltank skall löna sig.

## 6.4 Gasolpris

Konsumentpriset på gasol i Sverige varierar mycket beroende på leveransplats, flaskstorlek och inköpsvolym. Primus riktpreis på flaskgasol är under 1988 på 11:90-12:90 kr/kg i 1 l flaskor och 10:20-11:20 kr/kg i 19 kg flaskor. Gasolpriset blir förstås högre om man inte kan tömma flaskan helt eftersom överbliven gasol inte räknas av vid flaskbyte. Vid flaskhantering tillkommer en engångskostnad för behållaren. En tom P11 flaska kostar exempelvis ca 456 kr, medan M16 flaskan är dyrare, 1350 kr. På vissa orter kan man istället få förmånliga hyresavtal på gasolflaskorna.

Vid inköp av större behållare och större kvantiteter blir kilopriset lägre. Vid inköp av t ex 5 ton per år i P250 gasolpaket kan Primus lämna priset 6 kr/kg till en kund i Malmöregionen (Hellgren, 1987). Så stora kvantiteter kan dock endast bli aktuella för en maskinstation eller kommun som behandlar stora arealer.

I bulkvara blir gasolpriset ännu lägre. Som jämförelse kan nämnas att priset på motorgas 1987 var 2:63 kr/liter (ca 5:06 kr/kg) hösten 1987. Motorgasen är dock på tillbakagång i Sverige och finns idag bara tillgänglig på ett fåtal platser i landet. I Holland är emellertid motorgas allmänt tillgänglig på pumpstationer. Där finns följaktligen marknadsförda flamaggregat med tillhörande gasoltank på ca 500 liter. Man tankar i Holland motorgas till en kostnad av ca 3:20 kr/kg.

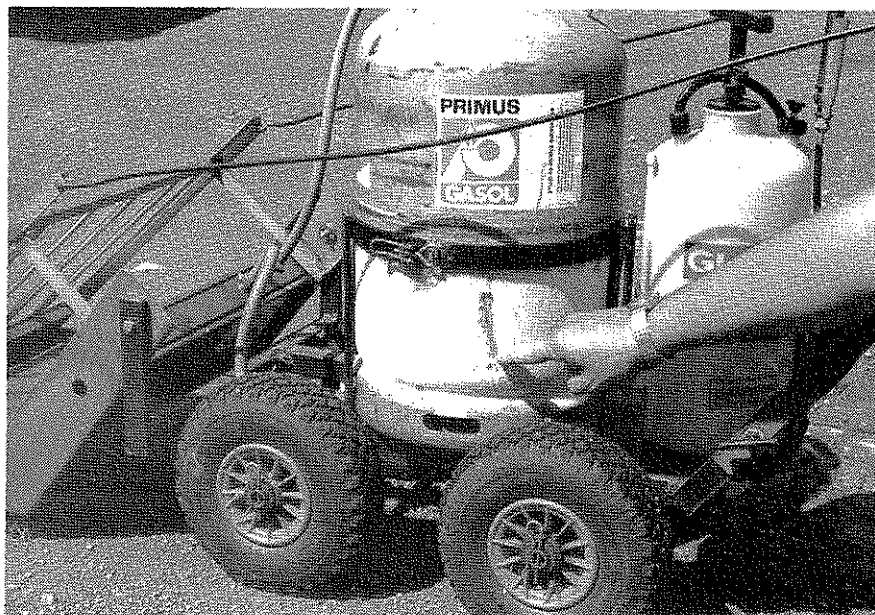
## 6.5 Gasoluttag i gasfas - förångningsproblemet

Gasolen förvaras i vätskeform men förbränns i gasform. Gasolen förångas således antingen direkt i gasflaskan eller tas ur flaskan i flytande form och förångas i en särskild förångare. Olika flaskor används till gasuttag och vätskeuttag.

I flaskor med gasuttag sker förångningen av gasolen direkt i flaskan. När gas tas ur flaskan ersätts den genom förångning (kokning) av gasolvätska i flaskan. För att ombilda gasolvätska till gasolgas åtgår det värme, som tas från den omgivande luften kring gasolflaskan och från gasolvätskan i flaskan. Ångbildningsvärmens är ca 0,4 MJ/kg (motsvarande 1% av gasolens energiinnehåll).

Vid kontinuerligt gasuttag måste värme ständigt tillföras från omgivningen. Värmen som kan tillföras gasolvätskan är beroende av kontaktytan mellan vätskan och omgivningen. Förångningskapaciteten beror främst på behållarens yta, fyllnadsgrad och yttertemperatur. Det maximala effektuttaget minskar efterhand som flaskan töms och ju lägre temperaturen är.

Vid förångning direkt ur flaskan bör gasuttaget vara relativt litet, ca 1 kg per timme och flaska. Under en kortare tid kan man ta ut större mängder, men förångningsvärmens tas då från den bundna värmen i gasolvätskan. Vid stora gasuttag som man alltid har vid flamning, blir avkylningen så stor att det efter en stund bildas kondens på flaskan. Sjunger temperaturen ytterligare bildas rimfrost på flaskan (figur 6.4). Isbildningen isolerar effektivt flaskan från ytterligare värmertilförsel. När temperaturen sjunker minskar gasolförångningen i flaskan, trycket sjunker snabbt och lågans effekt minskar. Flamman blir ostabil och kan slockna.



Figur 6.4. Isbildning på gasolflaskan på grund av för stort gasuttag.

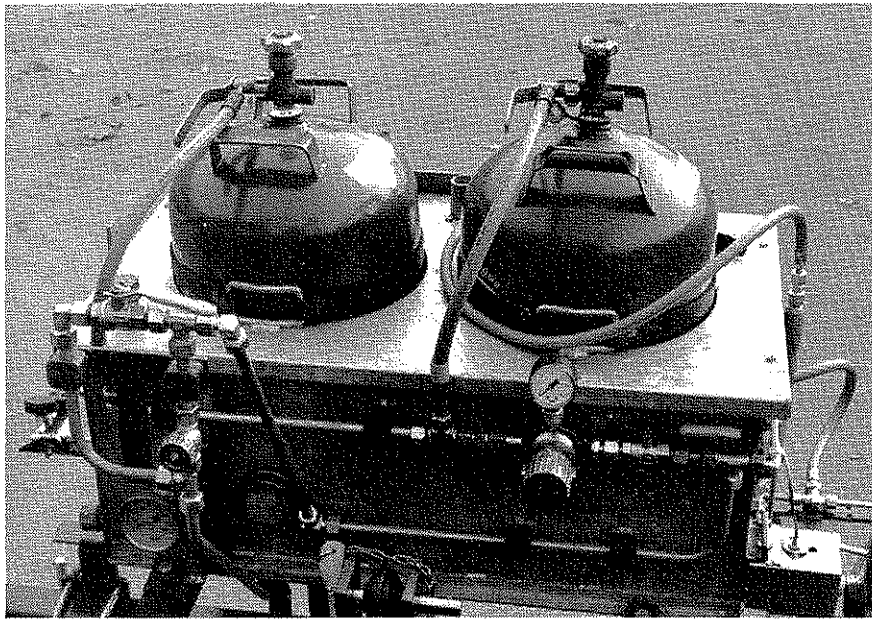
Som exempel kan nämnas att en enkel handburen brännare förbrukar 2-3 kg gasol/tim medan större traktorburna redskap kan förbruka 20 kg/tim (250 kW) eller mer. Det blir därför ofta problem att få ut tillräckligt mycket gas ur flaskorna. Odlare som bara använder sitt redskap några timmar om året löser ofta problemet genom att ha extra flaskor och byta flaskor när det bildas is. När flaskorna tinat upp kan man på nytt få tryck ur dem. Med en 11 kg gasolflaska och ett aggregat som förbrukar 6 kg/tim får man vanligen byta flaska efter 20-30 minuter beroende på yttertemperaturen.

För att öka det kontinuerliga gasuttaget kan man koppla samman flera flaskor. Flera behållare som kopplas samman har en större sammanlagd yta än en behållare med samma mängd gasol. Flera små behållare medger därför ett större gasuttag än en stor behållare med samma mängd. Antal flaskor väljs med avseende på brännarnas gasförbrukning. Det finns redskap med upp till 10 sammankopplade gasolflaskor.

Som exempel på möjliga gasoluttag kan nämnas att Malmö Gatukontor använde ett P250 gasolpaket med 6 st 45 kg flaskor till ett aggregat som förbrukar ca 17 kg gasol per timme. De kunde under sommaren köra en hel arbetsdag, frånräknat pauser, med 1,5 bars tryck utan tryckfall. Vid låga temperaturer på hösten blev det dock isbildning på flaskorna redan efter en timme.

Även om man har stora flaskpaket är således det maximala effektuttaget begränsat. Större redskap kan ha en förbrukning på 15-25 kg gasol/tim per meter arbetsbredd. För att kunna göra större aggregat för kontinuerlig drift krävs någon form av förångningshjälpmedel. Gasuttaget per flaska kan härigenom ökas till ca 8 kg/tim.

Genom att tillföra värme till gasflaskorna ökas förångningskapaciteten i flaskorna. Man kan då klara sig med ett mindre antal flaskor. Det tyska fabrikkatet Reinert (fig. 6.5) har exempelvis flaskorna stående i ett varmvattenbad, som värms upp med en gasolbrännare. Gasflaskorna får enligt svenska normer inte värmas till mer än 45°C.



Figur 6.5. Gasolflaskorna kan placeras i ett varmvattenbad för att öka gasuttaget och undvika isbildning på flaskorna

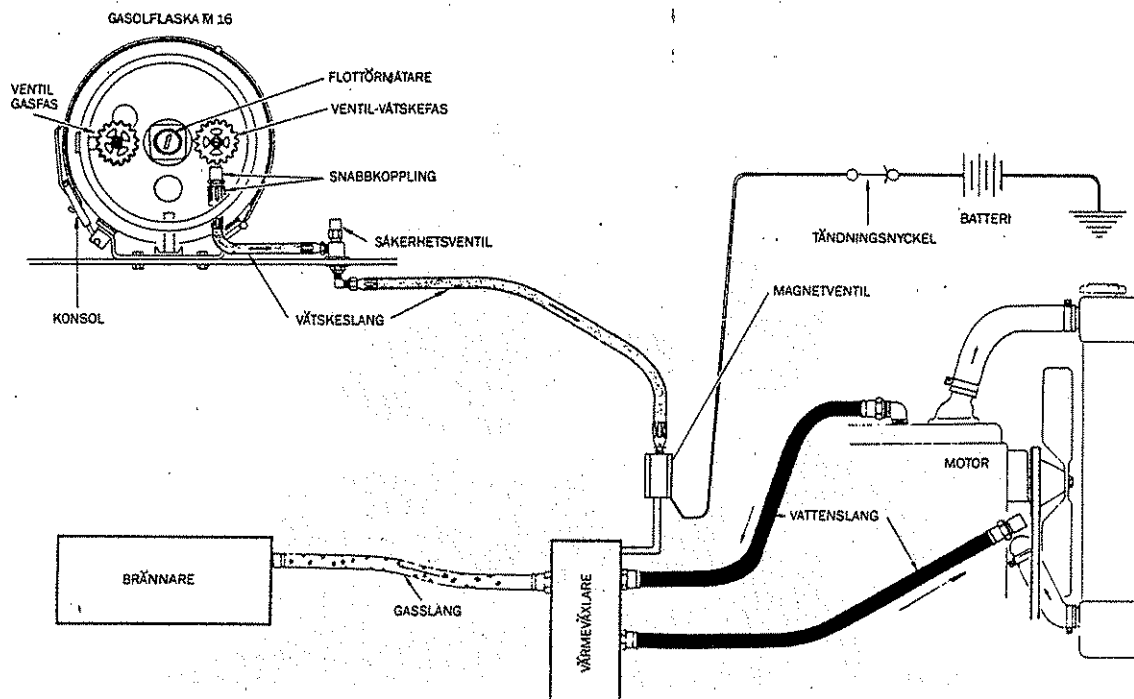
#### 6.6. Gasoluttag i vätskefas

Genom att ta ut gasolen ur flaskorna i flytande form undviker man problemet med isbildning på behållaren. Gasolvätskan förångas till gas i en separat förångare. Om man tar ut gasolen i vätskefas kan man göra på två sätt:

- \* använda vätskefasbrännare där gasolvätskan förångas i själva brännaren, eller
- \* förånga gasolvätskan i en separat förångare och sedan leda ut gasolen i gasfas till vanliga gasfasbrännare.

Till flamning kan således användas särskilda vätskefasbrännare med en förångningskammare i direkt anslutning till brännaren. Värmen till förångningen tas då från flammen och man får därmed ingen avkylning av flaskorna. En annan stor fördel med vätskeuttag är att man lättare kan tömma flaskorna helt.

Flertalet brännare är avsedda för drift med gasol i gasfas. En lösning är att ta ut gasolen ur behållaren i vätskefas, omvandla den till gas i en förångare och sedan använda vanliga brännare för gasfas. Primus Svenska har under 1988 utvecklat en speciell gasolförångare som använder traktorns kylarvärme för förångning av gasolvätska (figur 6.6). Förångaren kan klara upp till 60 kg gasol/tim.



Figur 6.4. Principskiss av Primus gasolförångare. Motorns kylarvärme utnyttjas för att förånga gasolvätska till gasolgas.

För vätskeuttag kan särskilda motorgasflaskor användas, som är avsedda för uttag av flytande gasol. Motorgasflaskorna är dock dyrare och inte lika tillgängliga i handeln som vanliga gasolflaskor. Stora gasolpaket kan fås även för vätskeuttag (VP 250).

Man kan även ta ut gasol i flytande form ur vanliga gasolflaskor, som vänds upp och ned med ca 45° lutning. Av säkerhetsskäl bör man dock inte vända på vanliga gasolflaskor. De är avsedda att placeras stående och endast utnyttjas för gasuttag. Säkerhetsventilen ska nämligen vara ovanför vätskenivån eftersom den måste blåsa gas för att fungera.

## 6.7. Säkerhetsaspekter vid gasolanvändning

Vid allt arbete med gasol ska man vara medveten om de risker och säkerhetsbestämmelser som finns. På grund av gasolens brand- och explosionsfarlighet finns ett stort antal detaljerade anvisningar, som behandlar gasolanvändning. Gasolleverantörerna kan tillhandahålla närmare information. Se även avsnitt 9.1 om säkerhetskrav på utrustning för termisk ogräsbekämpning.

De centrala tillsynsmyndigheter vars verksamhet och föreskrifter berör arbetet med termisk ogräsbekämpning med gasol är Arbetsarskyddsstyrelsen och Sprängämnesinspektionen. På regional nivå är Yrkesinspektionen tillsynsmyndighet när det gäller arbetsmiljön. För hantering och användning av gasolutrustning är Sprängämnesinspektionen tillsynsmyndighet.

Arbetsmiljölagen utgör en övergripande lag som reglerar säkerheten för de anställda på arbetsplatsen. Den anger att ansvaret för att ohälsa och olycksfall ej skall drabba arbetstagaren i första hand åligger arbetsgivaren. Det är viktigt att var och en som hanterar gasol har kännedom

om dess egenskaper och risker. Leverantör av gasolustrustning ska tillhandahålla anvisningar om aggregatens användning och skötsel samt säkerhetsanvisningar.

Gasolapparater för installation i husvagnar skall vara typgodkända av Statens Provningsanstalt. Något sådant krav gäller för närvarande inte för flamaggregat. Redskapen måste dock givetvis uppfylla arbetarskyddsmyndigheternas krav. Fackman bör ändå alltid anlitas eller rådfrågas vid konstruktionsarbete. Svenska Gasföreningens handböcker ger riktlinjer för vilka material som bör användas till gasolinstallationer. För närmare information kontakta Sprängämnesinspektionen eller Svenska Gasföreningen. Råd om materialval och säkerhetsåtgärder vid konstruktion och användning av gasolustrustning för termisk ogräsbekämpning finns också i en rapport av Bohgard et al (1988).

I Förordningen om brandfarliga varor finns regler om tillverkning, försäljning, hantering och övrigt som är påkallat ur säkerhetssynpunkt i fråga om brandfarliga varor. Sprängämnesinspektionen ger varje år ut en aktuell förteckning över föreskrifter och allmänna råd om brandfarliga varor. Det finns även regler för förvaring av gasol i förrådslokaler. Ta kontakt med kommunens räddningschef för aktuella anvisningar.

Olyckstillbud beror ofta på läckage. Om gasol läcker ut i luften kan ett antal olika saker hända. Den kan bara förtunnas och spridas i luften utan någon explosion om ingen antändande gnista finns. Den kan emellertid också om gas-luftblandningen är den "rätta" antingen brinna eller explodera. Gasolens viskositet är så låg att den till och med läcker från så små hål att varken luft eller vatten tränger igenom. Detta ställer stora krav på installationens täthet.

Utströmmande gasol i vätskefas har mycket låg temperatur ( $-42^{\circ}\text{C}$ ) och kan orsaka köldskador på bar hud och ögonskador. Flytande gasol som övergår i gasform ökar ungefär 250 gånger i volym. Den explosiva gasol och luftblandningen är i sin tur ytterligare upp till 50 gånger större. Ett kg gasol (ca två liter flytande gasol) kan därför ge upphov till cirka 25 m<sup>3</sup> explosiv gas-luftblandning. Detta visar hur allvarliga risker även små gasolläckage kan innebära.

Gasol är giftfri men inandning av koncentrerad gasolgas medför kvävningssymptom om syrehalten i inandningsluften blir för låg. Trots att gasol är tyngre än luft kan man inte räkna med att den söker sig till lågt liggande utrymmen.

Vid fullständig förbränning av gasol är avgaserna ej giftiga, då de innehåller nästan enbart koldioxid och vattenånga. Vid ofullständig förbränning bildas kolmonoxid, som är en mycket giftig gas. Under normala förhållanden innehåller avgaserna en del giftiga produkter. Då förbränningen sker i en förblandad gasollåga med luftöverskott bedöms den huvudsakliga risken komma från kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ). Risken för oacceptabla  $\text{NO}_2$ -halter i ansiktshöjd från ett flamaggregat är dock enligt Bohgard et al (1988) mycket liten.

Vad som särskilt kan vara värt att tänka på vid användning av gasolaggregat för ogräsbekämpning är följande:

- \* Vistas alltid utomhus eller i öppna rum vid arbete med gasol.
- \* Kontrollera regelbundet att anslutningar och slangar är hela. Sök efter läckor med läckspray.

- \* Läckage kan uppstå på såväl gas- som vätskefasledningar. Läckage från ledningar med gasolvätska medför ofta den farligaste situationen.
- \* Se till att inte flammor eller het luft kommer i närheten av flaskor eller gasledningar. Gasflaskorna får inte värmas upp till mer än 45°C.
- \* Placera avstängningsventiler så att man enkelt och snabbt kan stänga av gastillförseln vid behov.
- \* Använd sparlågeventil vid tillfälliga avbrott i arbetet.
- \* Medför vattenspruta eller pulversläckare för brandsläckning. Brandsläckningsutrustningen är inte för gasolbränder utan för bränder som kan orsakas av lågan.
- \* Vid eventuell brand, stäng av gastillförseln.
- \* Använd inte flamredskap när brandfara föreligger. Risk för gräsbränder finns vid torr väderlek.



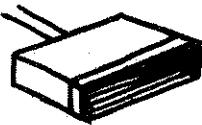
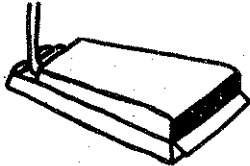
## 7. BRÄNNARE

Brännarna är de viktigaste delarna av flamaggregatet. Brännarna bör uppfylla åtminstone följande krav (Hoffman, 1985):

- \* säker tändning och drift
- \* vindstabil flamma
- \* stabil och kontrollerbar flamma
- \* jämn värmefördelning över hela arbetsbredden
- \* skarpt avgränsad temperatur
- \* lätt att underhålla

Idag är det nästan uteslutande gasolbrännare som används vid termisk ogräsbekämpning. I det följande kommer därför endast dessa att behandlas. Fotogenbrännare beskrivs kort i avsnitt 9.6.

Gasolbrännare kan efter funktion indelas i gasfasbrännare och vätskefasbrännare. Efter brännarens och flammans form kan de indelas i cylindriska rundbrännare samt flat- eller rampbrännare med flata tunna flammor (fig. 7.1). Rampbrännare bestående av många dysor på rad kallas också flermunstycksbrännare eller stavbrännare.

BRÄNNAR-TYPER	GASFASBRÄNNARE	VÄTSKEFASBRÄNNARE
CYLINDRISKA RUNDBRÄNNARE		
FLATBRÄNNARE RAMPBRÄNNARE		

Figur 7.1. Olika typer av gasolbrännare. Indelning kan göras efter funktion och efter brännarens och flammans form.



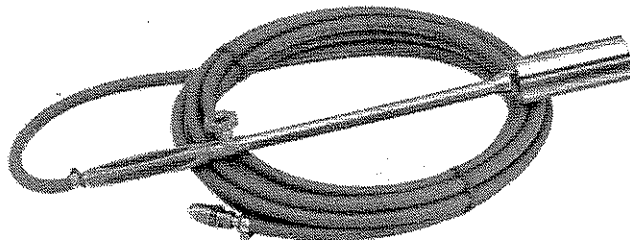
De brännare som används idag för flamning är av bunsenprincip. Brännarna tar in 65% av luften via ett primärluftintag. Sekundärluft tillförs den brinnande rökgasen i flammen. Det krävs ett avpassat förhållande mellan luft och gasol. Olämpligt avpassad eller tillförd sekundärluft medför sämre förbränning. Det behövs i praktiken ett överskott av syre för att få en effektiv förbränning.

Det finns även brännare där primärluften tillförs med en fläkt. Brännarna blir därigenom mer komplicerade men i gengäld uppnås en högre förbränningstemperatur vilket kan vara en fördel vid ogräsbekämpning. Fläktbrännare finns inte idag på marknadsförda redskap, men har provats i försök med bra resultat (Vriesema, 1985).

### 7.1 Gasfasbrännare

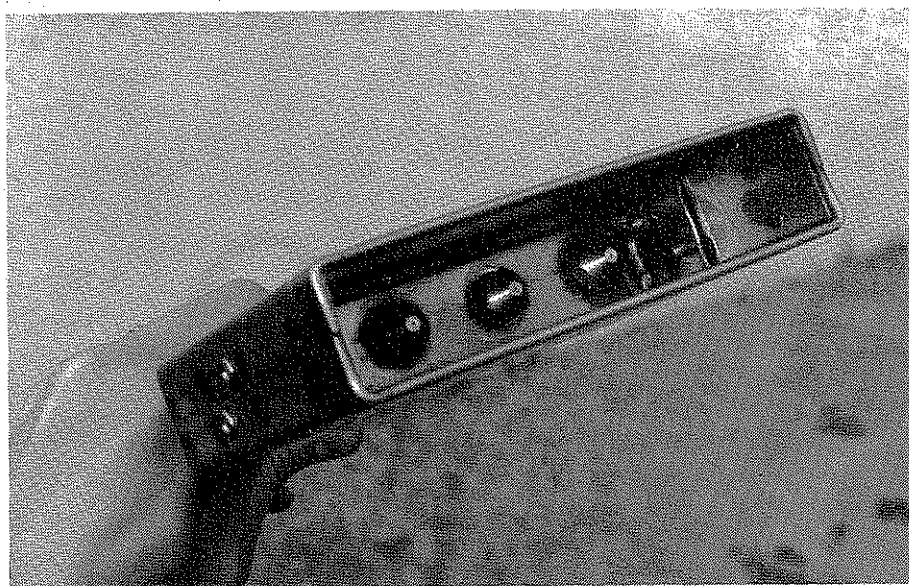
Den vanligaste typen av gasolbrännare är gasfasbrännare. Med denna brännartyp förångas gasolvätskan i flaskan eller i en separat förångare och leds ut i gasfas till brännaren.

Det finns ett stort urval av gasbrännare med runda lågor, varav vissa kan vara intressanta för ogräsbekämpning. Cylindriska brännare lämpar sig bra till handbrännare för behandling av mindre ytor. Primus saluför exempelvis en särskild ogräsbrännare med mjuk låga. Flera alternativodlare i Sverige använder vanliga handblåslampor (figur 7.2) med gasförbrukning på 2 kg/tim vid 2 bar. Några använder kraftigare brännare och kan därigenom öka arbetshastigheten. Rundbrännare kan också användas som komponenter i redskap för bandbehandling där man använder en eller två brännare per rad. Flera brännare kan också monteras på en ramp när man vill bekämpa ogräs på större ytor.



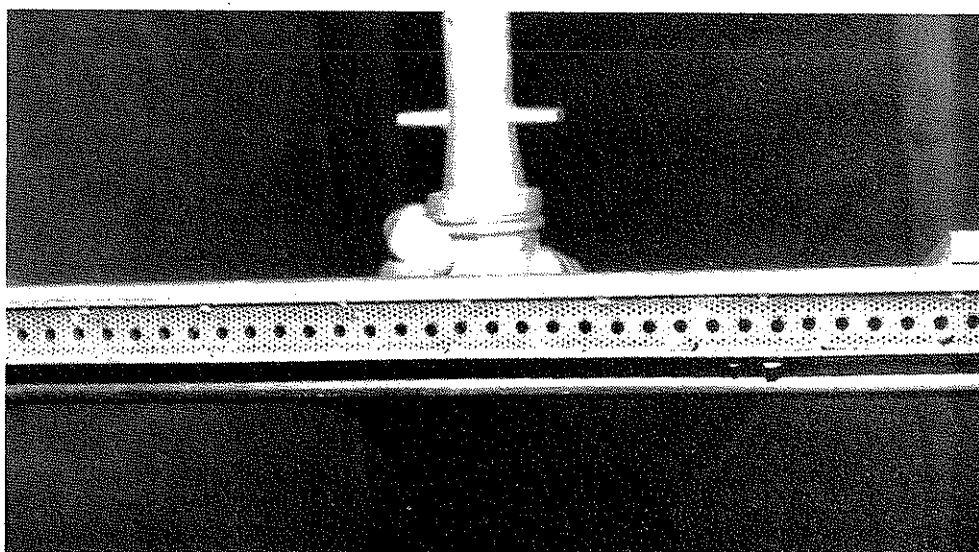
Figur 7.2. Handblåslampa med cylindrisk brännare som används i många mindre odlingar.

De flesta företag som tillverkar flamaggregat med större arbetsbredder använder flata brännare eller ramper, som ger flata tunna lågor. På det tyska fabrikkatet Reinert används en speciell typ av flatbrännare, av Hoffmann (1985) benämnd stavbrännare. Brännarna består av dysor med 0,5 mm diameter, placerade på 3 cm avstånd på ett dysrör (figur 7.3). Stavbrännaren ger enligt Hoffman (1985) en bred och tunn "flamborste" med jämn temperaturfördelning över hela brännarens bredd. Stavbrännarna finns i olika längder upp till 0,5 m. Gasförbrukningen på denna brännartyp är ca 15 kg/tim per meter arbetsbredd vid 2 bar.

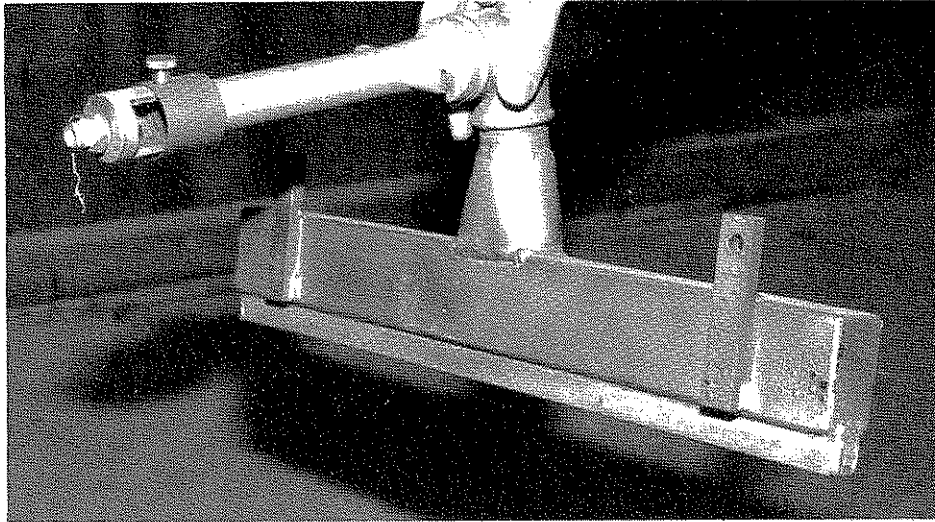


Figur 7.3. Reinerts s k stavbrännare med flera munstycken ger en bred och tunn flamma.

Fabrikaten Catter och Primus Svenska (modell Agroflame) använder rampbrännare som görs i olika bredder. Brännarnas mynning består av en ridå med många hål (figur 7.4). Liksom stavbrännaren ger den en flat, sammanhängande flamborste över hela arbetsbredden. Lågan är sammansatt av större flammor på ett par cm avstånd omgivna av mindre stabiliserande flammor. Gasolen och luften blandas i primärluftintaget, som sitter ett par decimeter från brännarens mynning (figur 7.5). Genom denna placering av primärluftintaget blir brännaren mindre känslig för kvävning, vilket annars kan bli ett problem på grund av förbrända rökgaser som strömmar upp runt brännaren. Blandningsförhållandet vid primärluftintaget kan justeras med en skjutbar hylsa.



Figur 7.4. Catters rampbrännare. Mynningen består av en ridå med många hål

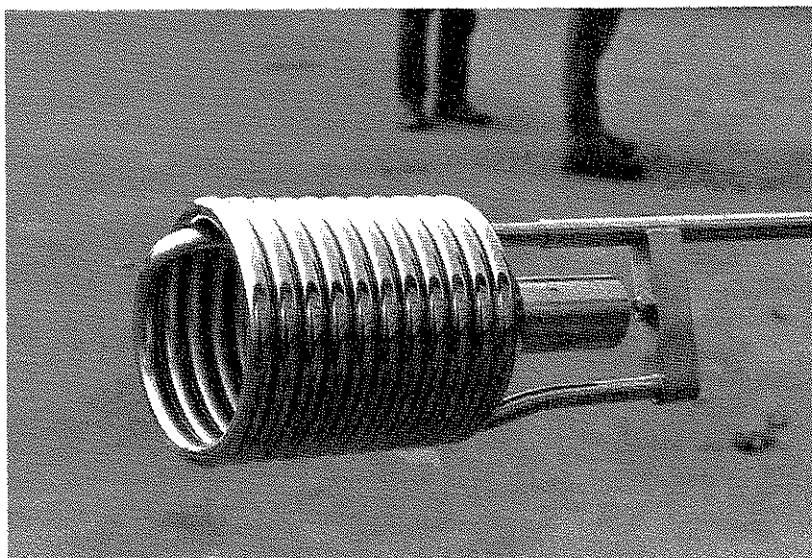


Figur 7.5. Catters rampbrännare. Primärluftintaget är placerat ett par decimeter från brännarens mynning.

Fördelar med gasfasbrännarna är att de är enkla och billiga att konstruera. Flammen är lätt att reglera och vid avstängning stryps flammen omedelbart, även om ventilen sitter en bit från brännaren. Den största nackdelen med gasfasbrännare är gasförsörjningen om man inte löser förångningsproblemet. Det behövs uppvärmning av gasolflaskorna eller många sammankopplade flaskor för att få ut tillräcklig effekt ur gasolflaskorna. Man kan också använda en separat förångare för gasol i vätskefas. -

## 7.2 Vätskefasbrännare

Med vätskefasbrännare - eller vätskebrännare som de vanligen kallas - undviker man problemet med isbildning på flaskorna. Gasolen tas då ur flaskorna i vätskefas och förångas i en särskild förångningsspiral (figur 7.6) eller förångningskammare i vätskebrännaren. Förångningen sker genom kontakt med en varm metallyta, som hettas upp av flammen. Värmen till förångningen tas således från flammen och man får därmed ingen avkylning av flaskorna.



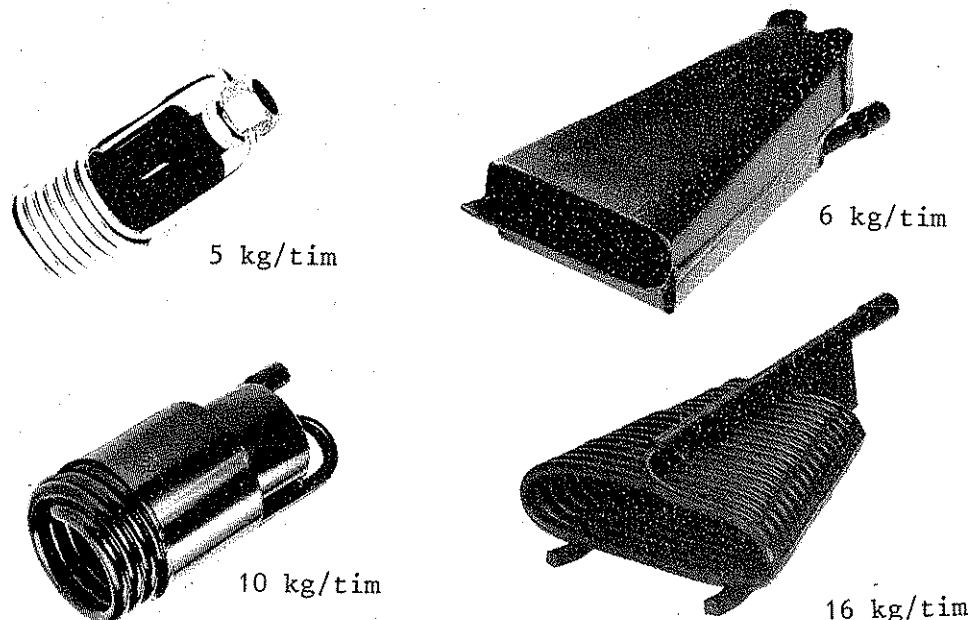
Figur 7.6. Biofarms vätskefasbrännare med förångningsspiral.

Vätskebrännare är dyrare och mer komplicerade, men i gengäld kan redskapskonstruktionen göras enklare. Eftersom gasollågan träffar förångaren direkt ställs mycket höga krav på brännarkonstruktionen.

Vätskefasbrännare finns i olika utförande med både runda och flata flammor och som ramper. I USA utvecklades tidigare särskilt för ogräsbekämpning olika typer av flatbrännare som ger en bred och tunn flamma. De två mest använda gick under benämningen "Stoneville-" och "Arkansas-brännaren". Gasförbrukningen på dessa var 7-10 kg gas per timme vid 2 bars tryck (Vester, 1984). Typiska flatbrännare hade enligt Kepner et al (1978) en gasförbrukning på 9-18 kg gasol per timme. Senare utvecklades "dvärgbrännare" med lägre gasförbrukning som möjliggjorde selektiv behandling i växande gröda vid ett betydligt tidigare stadium än tidigare använda brännare.

Vätskebrännare som finns i handeln idag har som regel hög gasförbrukning, från 2 kg upp till 16 kg/tim (figur 7.7). De används bl a vid arbete utomhus med takläggning och asfalt, där man är beroende av höga effektuttag även vid låga yttertemperaturer. Sådana kraftiga brännare kan lämpa sig till oselektiv ogräsbekämpning för att uppnå höga körhastigheter eller till blstdödning av potatis.

BP-gas i Danmark utvecklade en flatbrännare med gasförbrukningen 6 kg/tim (figur 7.7) särskilt för ogräsbekämpning. Denna brännare har tidigare använts till redskap för flambehandling i Danmark och Tyskland. Denna och en ännu kraftigare brännare, som tar 16 kg gas/tim vid 2 bar har använts av Jakob Vester (1986ab, 1987ab) i försök med goda resultat.



Figur 7.7. Olika typer av vätskefasbrännare tillgängliga i Sverige. Gasförbrukningen anges vid 2 bar. Flatbrännaren som tar 6 kg/tim har en förångningskammare inbyggd i brännaren. De andra tre har förångningsspiral. De flata brännarna ger en bred och tunn låga, medan de cylindriska ger en lång och rund låga (foto: BP gas).

## Säkerheten viktig med vätskebrännare

Man måste vara mer uppmärksam på säkerhetsaspekterna vid användning av vätskebrännare. Gasolledningarna ut till brännarna innehåller då flytande gasol, som har ett mycket koncentrerat energiinnehåll. Utläckande gasolvätska ger upphov till stora volymer brännbar gas-luftblandning. Gasolvätska ger förfrysningsskador på bar hud. Gasolvätskan har en mycket kraftig volymutvidgning vid uppvärmning. Det är därför viktigt att aldrig stänga inne flytande gasol i ledningar utan säkerhetsventil, eftersom slangarna annars kan brista vid uppvärmning. Slangarna måste tåla högre tryck och det behövs särskilda reduceringsventiler som klarar att arbeta vid låga temperaturer.

En annan olägenhet med vätskebrännare är att flammen inte slocknar omedelbart när man stänger av gasen. Flammen brinner vidare tills gasolvätskan i ledningarna har kommit ut. Denna efterbränning kan vara ända upp till ett par minuter beroende på gasolledningarnas längd.

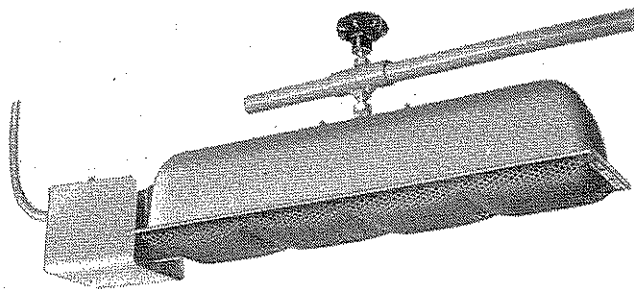
Trots nackdelar ur säkerhetssynpunkt föredrar många vätskebrännare eftersom de har fördelar ur driftssynpunkt. Det behövs ingen uppvärmning av flaskorna eller stora flaskpaket. Det behövs inte heller någon dyr förångare. Man kan använda kraftiga brännare och få ett stort effektuttag ur ett litet antal flaskor. Med vätskebrännare kan således gasolinnehållet i flaskan utnyttjas maximalt. En motorgasflaska som rymmer 16 kg gas kan då ensam försörja ett aggregat som förbrukar 10 kg gas/tim i 1,5 timme. Man kan då välja antal flaskor beroende på hur ofta man vill byta flaskor.

### 7.3 Infrabrännare

Infrabrännare - även kallade strålningsvärmare - avger infraröd strålning från rödglödade stånggaller. Gasoldrivna infrabrännare matas med gasol i gasfas, men förbränningen sker helt inkapslat utan öppen låga innanför ett stånggaller (figur 7.8). Temperaturen uppnår cirka 800°C närmast brännaren, vilket ska jämföras med ca 1400°C i en gasolflamma.

Fördelar med infrabrännare är bl a att värmen är skarpt avgränsad och att brännarna är okänsliga för vind. Den kanske största nackdelen med infrabrännarna är att körhastigheten blir oacceptabelt låg, endast 1-2 km/tim. Detta beror på att strålningsvärmarnas lägre temperatur måste kompenseras med längre verkningstid. På ett redskap som provats i Malmö kommun monterades två rader med infrabrännare för att få en längre verkningstid, men inte heller det arrangemanget kunde öka körhastigheten mer än till 2 km/tim (figur 2.2). En annan stor nackdel med infraröd strålning är att bara de direkt bestrålade växtdelarna skadas. Blad som skuggas för strålningen klarar sig, vilket leder till dålig effekt på djupet i täta bestånd. Kostnaden för infrabrännare är också avsevärt högre än för vanliga brännare med flammor.

Flera undersökningar och praktisk erfarenhet har visat att strålningsvärmare är mindre effektiva till ogräsbekämpning än brännare med direkta flammor (Vester, 1987c; Ahlstedt, 1986; Geier, 1986; Olsen, 1987; Nyström & Svensson, 1987). I en belgisk undersökning av Castille & Ghesquiere (1984) visades att gasåtgången var dubbelt så hög med infrabrännare som med flammor vid samma ogräseffekt. Strålningsvärmare ingår fortfarande i några modeller från Agro Dynamic. Deras senaste modeller har dock enbart brännare med direkt låga. Se vidare om infraröd strålning i avsnitt 2.3 och 9.5.



Figur 7.8. Infrabrännare, även kallade strålningsvärmare, avger infraröd strålning.

#### 7.4 Gasförbrukning

Gasförbrukningen anges som kg/tim och förbrukningen för behandlad yta som kg/ha. Ett aggregats effektförbrukning kan lämpligen anges som kg/tim per meter effektiv arbetsbredd (kg/tim x m). Effekten kan även anges i kW (1 kg gasol/tim = 12,8 kW). Gasförbrukningen för en brännare kan enligt Hoffmann (1985) beräknas enligt formeln:

$$G = d^2 \cdot \sqrt{p} \cdot K$$

där  $G$  = gasförbrukningen per dysa i kg  
 $d$  = dysdiameter i mm  
 $p$  = dystryck i bar  
 $K$  = konstant, som beror på dysans utformning och gasblandningens densitet. (För Reinerts stavbrännare är konstanten 1,45)

Av formeln framgår att en dubblering av gastrycket endast ökar gasförbrukningen med 1,4 dvs 40%. Om dysans diameter ökas till det dubbla fyrfaldigas däremot gasförbrukningen. En brännares effekt påverkas således relativt lite av gastrycket. Gastrycket kan dessutom bara regleras inom ett ganska snävt intervall. Diametern på dysan har däremot stor betydelse. Dysorna är dock anpassade till den aktuella brännaren och kan således inte bytas hur som helst. Med en given brännarutrustning är det därför främst arbetshastigheten och i andra hand gastrycket som avgör effektförbrukningen per ytenhet.

Gasolförbrukning för olika munstycksdiameter vid olika tryck redovisas i bilaga 2. Med tabeller och formler kan den ungefärliga gasförbrukningen beräknas. I praktiken kan förbrukningen variera beroende på bl a skillnader i dysborrning, gasolsammansättning och lufttemperatur. I praktisk drift kontrolleras gasförbrukningen bäst genom att väga gasolflaskorna före och efter användning.

För olika brännare anges ofta lämpligt arbetsstryck. Gasförbrukningen anges ofta vid 2 bars tryck (1 bar = 1,02 kp/cm<sup>2</sup>). Vanliga arbetsstryck vid termisk ogräsbekämpning är 1,5-2 bar (0,15-0,2 MPa), men variationer mellan 1 och 4 bar förekommer.

#### 7.5 Vilka brännare är bäst?

Det har hittills bara publicerats ett fåtal jämförande undersökningar av olika brännartyper och redskapssystem för flamning. Det är svårt att dra generella slutsatser från dessa eftersom testmetoder och förutsättningarna varierar mellan olika undersökningar. Enskilda brännare kan

inte alltid testas enskilt utan bör provas i sitt system med avskärmningsanordning och rekommenderad inställning.

I flera undersökningar har skillnader i ogräseffekt påvisats mellan olika brännare. Man har dock inte alltid klart för sig vad skillnaderna beror på. I praktisk drift är först och främst brännarens driftssäkerhet viktig. Andra viktiga faktorer tycks vara brännarens effekt per meter arbetsbredd, flammans nerträngningsförmåga, flamtemperatur, och flamlängd. En mycket kort flamlängd (5-10 cm) kan orsaka problem vid ojämnheter i marken. Flamman når då inte ner i botten.

Det har ännu inte utkristalliserats någon speciell brännarkonstruktion som i alla avseende är bättre än någon annan. Det ställs nämligen olika krav på brännarens effekt och inträngningsförmåga beroende på typ och storlek av ogräs, vädersituation och kapacitetskrav. Vid behandling av små ogräs under gynnsamma förhållanden kan man uppnå bra resultat med en tämligen enkel utrustning. Vid behandling av större ogräs eller potatisblast, vid blåst eller vid önskemål om hög körhastighet ställs genast högre krav på utrustningen. Brännarnas inbördes placering samt avskärmningens utformning har mycket stor betydelse, kanske större än brännaren i sig. Dessa faktorer varierar för olika brännare och bekämpningssituationer.

Vad man generellt kan säga utifrån de få publicerade undersökningarna är att kraftiga brännare med hög gasförbrukning möjliggör en högre körhastighet utan att gasförbrukning per hektar ökar (Vester, 1986b, 1987b). I en holländsk undersökning av Vriesema (1985) visades att en högre flamtemperatur, orsakad av fläkt vid luftintaget, inverkade positivt på bekämpningseffekten.

I danska undersökning av Vester (1986, 1987b) har många olika brännartyper testats. Olika typer av gasfas- och vätskefasbrännare samt infra-brännare har testats. Reinerts stavbrännare ingick också i undersökningen. Försöken omfattade behandling med brännare helt oavskärmade, med vindavskärmning eller med brännarna avskärmade under isolerad kåpa. Infrabrännare har gett klart sämre ogräseffekt än brännare med öppna lågor både med avseende på körhastighet och gasförbrukning per ytenhet. Cylindriska gasfas- och vätskebrännare med motsvarande gasförbrukning kunde inte klart skiljas åt, även om vätskebrännare i enskilda försök uppvisade bättre ogräseffekt.

I jämförelse med flera olika brännare har Vester uppnått bäst ogräseffekt med brännare med mycket hög effekt och lång kraftig flamma (20 resp. 45 kg/tim per meter arbetsbredd). Brännarna har då varit avskärmade under isolerad kåpa. Dessa brännare gav bäst ogräseffekt både med avseende på körhastighet och gasförbrukning per ytenhet. Med den kraftigaste brännaren (figur 7.7) med flamlängd på ca 50 cm och en effekt på ca 45 kg/tim per meter arbetsbredd var det möjligt att öka körhastigheten till 6-9 km/tim med bibehållen effekt (på plantor av vitsenap i 2-bladstadiet) och med gasförbrukning på 50-60 kg/ha. Detta förutsätter dock att brännarna är övertäckta med isolerad metallskärm.

Som jämförelse kan nämnas att de flesta marknadsförda brännare och redskapssystem har en gasförbrukning på 10-25 kg gas/tim per meter arbetsbredd. (Om en enskild brännare förbrukar 2 kg/tim och behandlar ett 10 cm brett band, motsvarar detta 20 kg/tim och meter arbetsbredd.)

Troliga förklaringar till att dessa kraftiga brännare ger bättre effekt är dels att flammorna har en bättre inträngningsförmåga än svagare brännare, dels att värmeeffekten är högre och därför ger en bättre chockverkan på ogräsen.



## 8. BRÄNNARINSTÄLLNING OCH AVSKÄRMNING

### 8.1 Brännarinställningens betydelse

Brännaren skall i princip ställas in så att flamman tränger ner i ogräsbeståndet och hetluftzonen verkar på ogräsen under så lång tid som möjligt. Detta är viktigt både för att uppnå bra ogräseffekt och för att minska gasåtgången. Flammans nerträngningsförmåga och hetluftzonens verkningstid beror på många olika samverkande faktorer. Viktiga faktorer är körhastighet, brännartyp, flamlängd, gastryck, brännarplacering, avstånd till markytan, markytans jämnhet, inverkan av vind samt avskärmningens utformning.

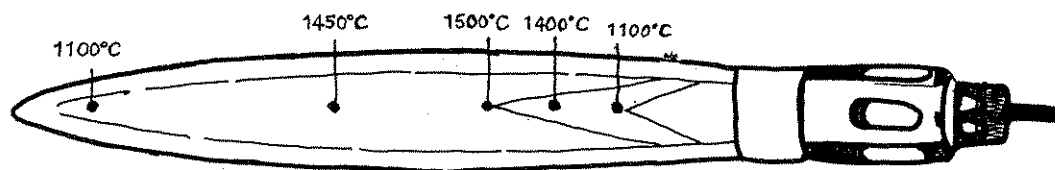
Vid behandling av små och spåda ogräs under torra och vindstilla förhållanden, ställs relativt små krav på utrustningen och inställningen. Kraven på utrustningen blir genast högre vid behandling av större och grövre växter. Det samma gäller vid krav på hög kapacitet och driftsäkerhet även under blåsiga förhållanden. Brännartyp och utformning av avskärmningen får då extra stor betydelse.

Vid selektiv flamning gäller dessutom att ställa in flamman och finna rätt värmeintensitet så att ogräsen skadas, men med minimal påfrestning på kulturväxten.

Inställningen av utrustningen är av stor betydelse för resultatet. Hur brännarna på bästa sätt ska ställas in och avskärmade är dock ett mycket diskuterat och omstritt ämne. Att åsikterna går isär kan ses som ett tecken på bristande kunskaper, på att många faktorer spelar in och att det inte finns en inställning som är bäst i alla situationer. Viktiga faktorer som har betydelse för inställningen är brännartyp, användningsområde, kapacitetskrav och krav på flexibilitet hos utrustningen.

I en stillastående flamma uppnås högst temperatur mitt i flamman i den sk flammkärnan (fig. 8.1). Flammans utseende och temperaturfördelning ändras dock när flamman rör sig. Om brännaren riktas rakt ner mot marken med högt tryck och litet avstånd fås en liten beröringsyta och flamman reflekteras uppåt igen (fig. 8.2). Om brännaren vinklas breder flamman ut sig över en större yta och man får därigenom längre verkningstid på ogräset.



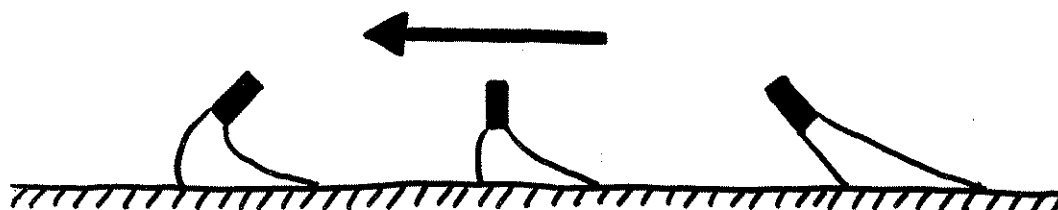


Figur 8.1. Temperaturfördelning i stationär flamma.

### STILLASTÄENDE BRÄNNARE



### BRÄNNARE I RÖRELSE



Figur 8.2. Flammans utbredning vid olika brännarvinklar.

Det finns inget entydigt svar på vilken brännarvinkel som är bäst. I äldre litteratur rekommenderas vanligen en brännarvinkel på ca  $45^{\circ}$ , men uppgifter mellan  $30^{\circ}$  och  $50^{\circ}$  förekommer också. Dessa äldre rekommendationer från 60-talet gäller främst vid selektiv flamning, där brännarna är oavskärmade och vridna på tvären in mot raden. Denna inställning har visat sig vara ändamålsenlig till selektiv flamning och gäller än idag.

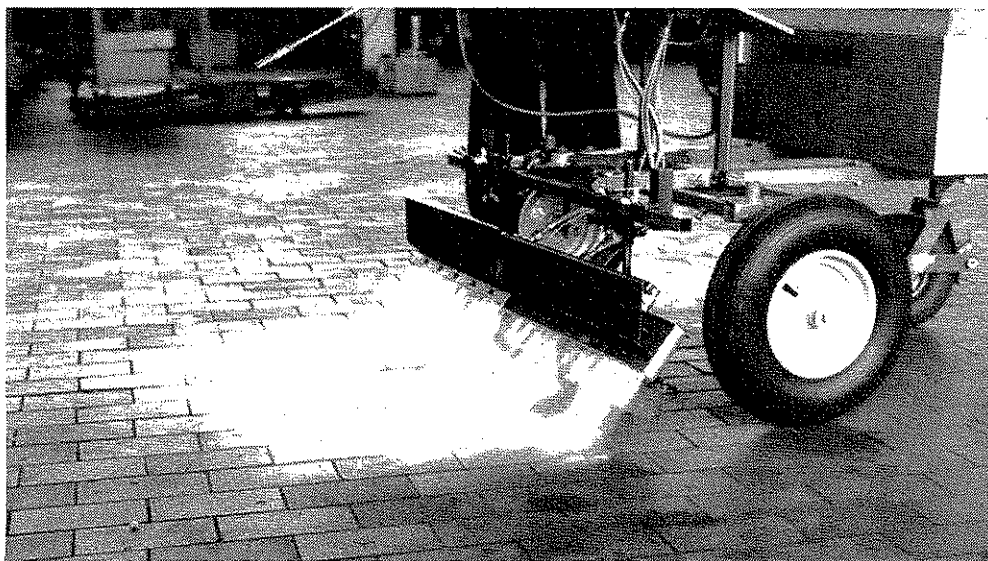
När flamning användes till oselektiv flamning mellan raderna riktades brännarna på den tiden snett bakåt i  $45^{\circ}$  vinkel. Denna inställning förekommer även idag på många redskap, men även andra vinklar har visat sig fungera bra och i vissa fall bättre.

## 8.2 Brännarinställning vid oselektiv flamning av ogräs eller blast

### Brännarvinkel

Till oselektiv flamning av ogräs eller potatisblast kan man idag finna redskap med brännarvinklar från  $45^{\circ}$  bakåt till  $10^{\circ}$  framåt. På Reinerts och Biofarms redskapssystem rekommenderas idag att brännarna riktas

snett framåt vid oselektiv flamning (figur 8.3). Reinert (1987) menar att flammans framkant då förvärmer ogräsen och den kalla luften innan flammkärnan verkar på ogräsen. Vid högre körhastigheter kan det dock bli problem genom att fartvinden böjer flammen bakåt så att den kvävs.



Figur 8.3. På Reinerts redskap är brännarna vinklade  $45^{\circ}$  framåt.

På några frontmonterade redskapsmodeller från Agro Dynamic t ex PV 90 (figur 9.10) är brännarna riktade mycket snett framåt med en vinkel på endast  $10^{\circ}$ . Dessa modeller är dock mycket vindstabila tack vare lämpligt brännarval och effektiv vindavskärmning. På deras bakmonterade traktorburna redskap är dock brännarna riktade bakåt. Det finns holländska undersökningar där man fått bäst resultat av bakåtriktade brännare (Klooster, 1985; Vriesema, 1985). På Catter-modellerna från Holland används därför endast bakåtriktade brännare. Deras senaste modeller har två rader med brännare efter varandra för att få en längre hetluftzon. Vinkeln på brännarna är ca  $50-70^{\circ}$ .

Holländska undersökningar av Vriesema (1985) har visat att man uppnår en högre temperatur och längre verkningstid genom att placera två brännare efter varandra under en isolerad kåpa. Det inbördes avståndet, brännarnas vinkel samt avskärmningens utformning är mycket avgörande för resultatet. Den andra brännaren skulle placeras så att den "fångade upp" värmevågen från den första brännaren. I den aktuella undersökningen med Catters system uppnåddes bäst resultat när den främre brännaren riktades  $55-65^{\circ}$  bakåt och den bakre lodrätt eller t o m något framåt. På Catters senaste modeller är dock båda brännarna riktade snett bakåt (fig. 9.14). Avståndet mellan brännarna skulle på testaggregatet vara mindre än 60 cm. Dessa faktorer kan dock variera beroende på brännartyp och flamlängd. På ett annat fabrikat (AD PV90) har man uppnått lång verkningstid genom att ha en ramp med lång flamlängd och extremt låg vinkel, ca  $10^{\circ}$  (fig. 9.10).

Holländska undersökningar har visat att när man vid marknivå uppnår  $800-1000^{\circ}\text{C}$  under ca en sekund, erhålls bra bekämpningseffekt inte bara mot små ogräs utan även på lite större testplantor (10-12 cm höga kålplantor) (Klooster, 1985; Vriesema, 1985).

Man får även ta praktiska och säkerhetsmässiga hänsyn vid placering av brännarna. På redskap som man skjuter framför sig eller som sitter

frontmonterade på en traktor kan det vara lämpligt med framåtriktade brännare. Driftsäkerheten kan då lösas med en effektiv vindavskärmning. På bakmonterade redskap är det oftast lämpligare att rikta brännarna bakåt, så att värmen leds från traktorn. Om aggregatet är effektivt vindavskärmat och värmisolerat kan riktningen framåt eller bakåt ha mindre betydelse.

Många odlare som använder oavskärmade brännare har dålig erfarenhet av att vinkla brännarna så mycket som  $45^{\circ}$  framåt eller bakåt. Flamman kan då bli känslig för vindpåverkan. Flamman fladdrar lätt och kan lyftas upp av en vindpust, vilket genast resulterar i sämre ogräseffekt. Effekten på små ogräs i nere i hålor i marken kan också bli svag med en alltför flat brännarvinkel. Många odlare föredrar därför att rikta brännaren nästan lodrätt ner eller med en vinkel på  $60-70^{\circ}$  framåt eller bakåt, för att därigenom göra flamman mindre vindkänslig och få bättre nerträngning i håligheter.

Lämpligt avstånd från brännaren till markytan är i flertalet fall 10-20 cm. Det finns dock brännare från ex. Catter med mycket kort flamma där avståndet till marken är endast 5-10 cm.

### Avskärmning av brännarna

Med öppna oavskärmade flammor försvinner värmen snabbt upp i luften. Utöver dålig hushållning med energin innebär detta framförallt att effekten på ogräsen blir begränsad genom den korta exponeringstiden. Oavskärmade flammor blir också mer vindkänsliga. För att uppnå god ogräseffekt och gasekonomi är det nödvändigt att täcka över brännarna med skärmar som håller kvar värmen vid markytan och skyddar mot vind. Effektiv avskärmning är också förutsättningar för att nå hög körhastighet.

En nackdel med fast monterad avskärmning är att redskapen blir tyngre och ofta mindre flexibla. På mindre handburna eller manuellt skjutbara aggregat avstår man ofta medvetet från avskärmning för att redskapen inte ska bli för tunga och komplicerade. Man går hellre lite saktare och accepterar en högre gasförbrukning för att ha ett enkelt, lättarbetat och billigt redskap. Driftssäkerheten i blåst kan inom vissa gränser bli acceptabel genom lämpligt val av brännare. Enkel vindavskärmning kan också monteras.

Avskärmningar är av två slag:

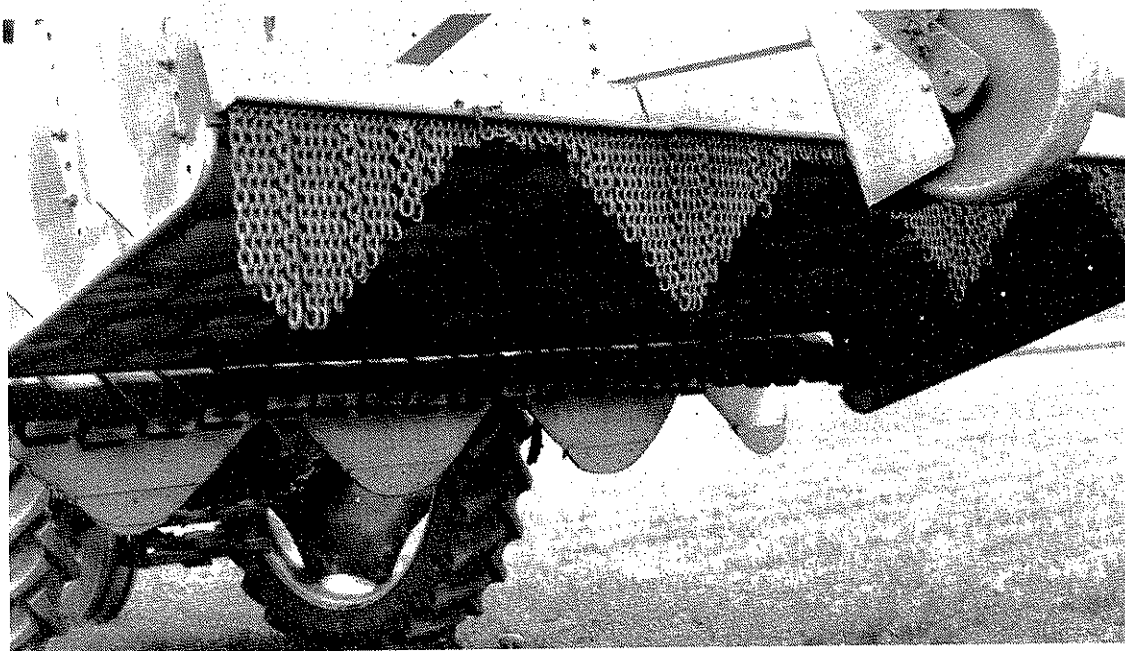
- \* vindavskärmning
- \* inkapsling av brännarna under isolerad kåpa

### Vindavskärmning

Vindavskärmning av flammorna kan ordnas med ganska enkla medel. Tunn plåt eller eldfast väv av keramiskt fibermaterial eller liknande kan användas. Avskärmningen kan placeras en bit från flammorna för att minska upphettningen. Det är viktigt att avskärmningen sluter tätt till marken för att hindra svepande vindar. På sidorna kan skydden släpa på markytan. Framtill och baktill är det lämpligt med en kedjeridå på de nedersta 5-10 cm så att sten och liknande passerar. Vindavskärmningen kan vara öppen upptill.

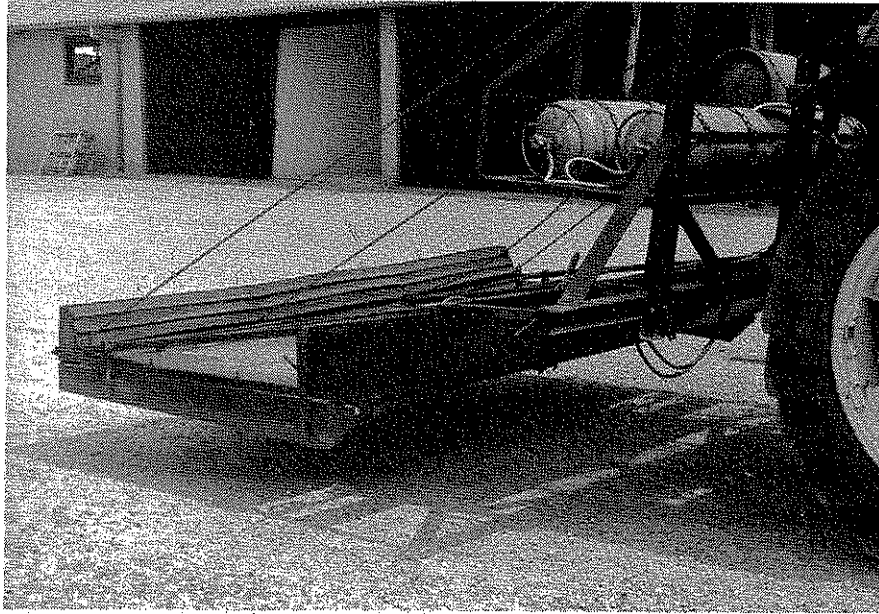
## Inkapsling av brännarna under isolerad kåpa

Vid inkapsling av brännarna under isolerad kåpa för att bättre ta tillvara flammornas hetta, ställs betydligt högre krav på avskärmningens utformning och material. På de holländska fabrikaten bränner flammorna in under en plåtskärm (figur 8.4 och 9.11). Plåten kan isoleras undertill med ett skikt av keramiskt fibermaterial. Underst kan ett sträckmetallnät fästas. Nätet blir av flammornas hetta mer eller mindre rödglödande och avger infraröd strålningsvärme mot marken. Stor vikt måste fästas vid att rökgaserna leds ut från avskärmningen och bort från brännarna. Detta kan lösas med rökgaskanal som drar ut den förbrända luften.



Figur 8.4. Värmeisolerad kåpa med sträckmetallnät underst. Flamaggregat för blasdödning i potatis (Agro Dynamic LB 3,2). Avskärmningen följer potatisdrillarnas profil.

I en holländsk undersökning av Vriesema (1985) blev resultatet bättre genom att förlänga den värmeisolerande kåpan på Catters aggregat från 80 till 135 cm. "Den effektiva värmemängden ökades härigenom." Större redskap från Holland och Danmark har ca 1,5 m långa kåpor över brännarna (figur 8.5).



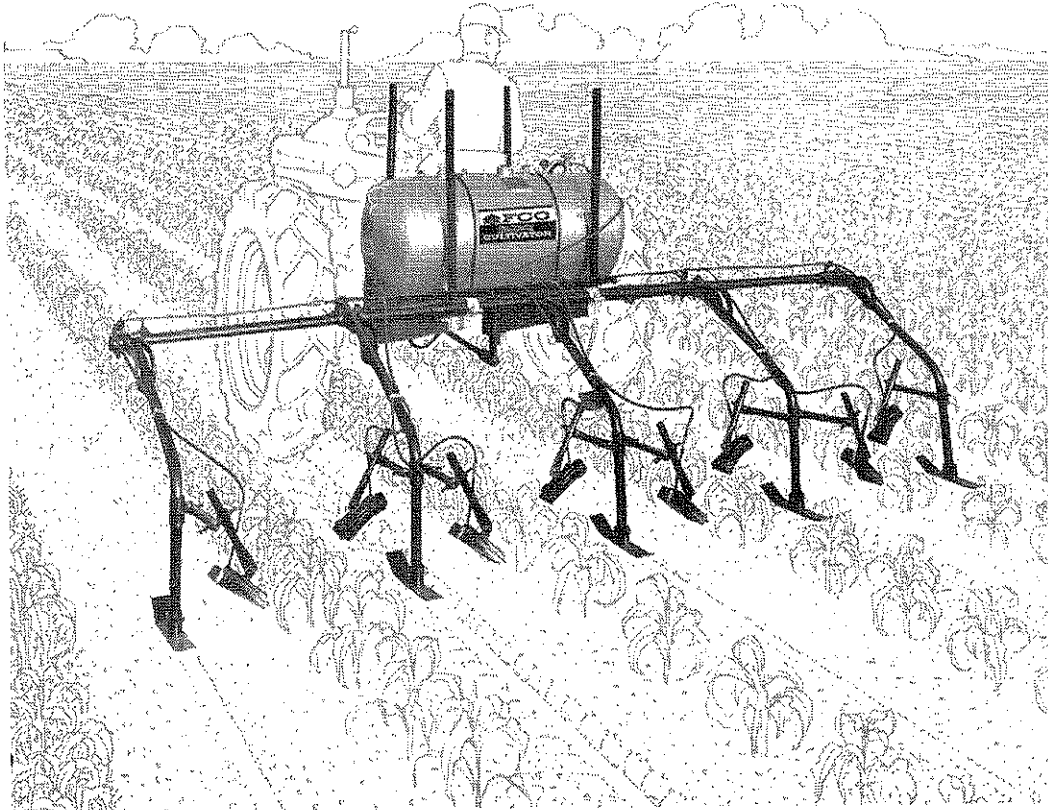
Figur 8.5 Danskt prototypredskap med 1,5 m lång avskärmning. Kraftiga brännare och effektiv avskärmning medger körhastigheter på 6-9 km/tim.

### 8.3 Brännarinställning vid selektiv flamning i växande gröda

Vid selektiv flamning av ogräs i raden i växande gröda, måste man använda åtminstone delvis oavskärmade flammor, så att flammorna når in i raden. Man kan dock använda olika typer av vindavskärmning och skydd mot skador på kulturväxten. Eftersom selektiv flamning var det huvudsakliga användningsområdet, när metoden användes på 50- och 60-talet, är denna användning ganska väl dokumenterad i äldre litteratur. Man använder två brännare per rad och låter en flamma från varje håll svepa genom eller intill raden. Framgången beror på skillnader i värmetolerans och höjd mellan kulturväxt och ogräs. Vid selektiv flamning i eller nära raden skiljer man i äldre litteratur på tvärflamning och parallellflamning. Se vidare om selektiv flamning i avsnitt 10.5, 11.5 och 12.2.

#### Tvärflamning

Den i särklass vanligaste metoden vid selektiv flamning är tvärflamning. Man använder två brännare per rad och riktar dem vinkelrätt mot raden snett ner mot marken (figur 8.6 och 11.3), så att flammorna sveper nära marken genom raden och ut på andra sidan. Den ena brännaren placeras något framför den andra så att inte flammorna går ihop. På 60-talet användes kraftiga flatbrännare av vätskefastyp med gasförbrukning på 5-8 kg/tim. Man började då inte behandla bomullen förrän plantan var 25-30 cm hög och hade en stamdiameter på ca 0,5 cm. Det utvecklades även mindre brännare med halverad gasförbrukning, med vilka man kunde börja flamma bomull redan vid 10-15 cm höjd med en hastighet på 5,8 km/tim (Parker et al, 1965). Idag används huvudsakligen 15-25 cm breda flatbrännare eller rundbrännare.

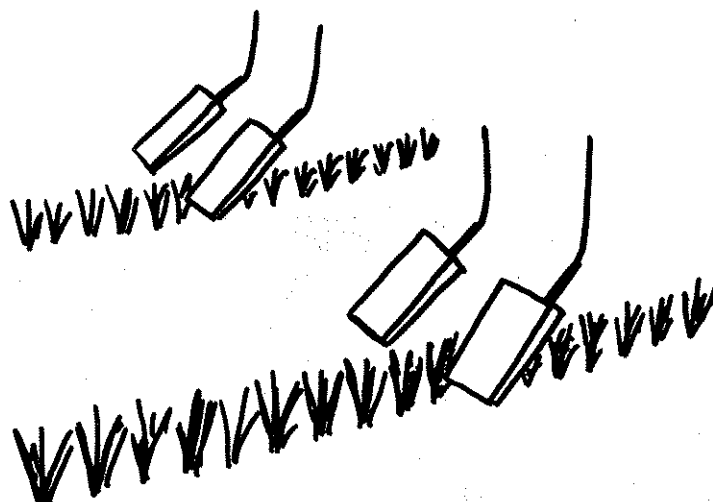


Figur 8.6. Äldre amerikanskt redskap för selektiv flamning i växande gröda. Brännarna är inställda för tvärflamning. Markföljande medar ger bättre höjdregering.

Lämplig brännarplacering och körhastighet beror i viss utsträckning på typ och storlek av gröda och brännartyp. Rekommendationerna i äldre litteratur varierar något. En vanlig rekommendation är att vinkla brännaren ca  $45^{\circ}$ , men även flatare vinklar ner till  $30^{\circ}$  förekommer. Under normala förhållanden skall flammen träffa marken ca 5 cm från radens centrum (Kepner et al, 1978). Med kraftiga brännare och högväxande grödor anges större avstånd från där flammen träffar marken och in till raden. Körhastigheten måste anpassas mycket noga till flammans värmeintensitet och grödans värmeterolerans. Låg körhastighet ger bäst effekt på ogräsen, men också störst skada på kulturväxten. I äldre amerikanska källor uppges körhastigheter på 5-6 km/tim vid flamning i bomull och majs med kraftiga brännare. I aktuella tyska och danska rekommendationer där mindre brännare används, anges körhastigheter på 3-4 km/tim. I egna försök i lök och majs med 15 cm breda stavbrännare med gasförbrukning på ca 3 kg/tim har körhastigheter på 2-4 km/tim använts med gott resultat (Ascard, 1988b).

### Parallellflamning

Vid s k parallellflamning riktas de båda oavskärmade brännarna parallellt med raden men snett bakåt ca  $45^{\circ}$  med brännarens ytterkant 7,5-12,5 cm från raden (figur 8.7). Bara de kallare delarna av flammen träffar kulturväxten. När grödan utvecklar större tolerans kan brännarna riktas mer in mot raden eller tvärställas helt som vid tvärflamning. Parallellflamning användes tidigare i USA vid flamning av lågväxande grödor eller när grödan ännu var känslig för flamning. Metoden användes t ex redan när bomullsplantor var 10 cm höga.



Figur 8.7. Brännarinställning vid parallellflamning (efter Parker et al, 1965).

Äldre amerikanska försök har visat att vid behandling av 10 cm hög bomull gav parallellflamning mindre skador än tvärflamning. Mer ogräs i mitten av raden klarade sig dock. Andra undersökningar visade att parallellflamning vid 10-15 cm höjd gav lika mycket bladskador som tvärflamning vid 17-25 cm höjd. Den tidiga parallellflamningen gav dock bara en liten minskning av handhackningstiden. Parker et al (1965) menar därför att det var bättre att fördröja flamningen i bomull till det senare stadiet och sedan använda tvärflamning, vilket överlag gav bättre ogräseffekt och mindre påfrestning på grödan.

#### Bladskyddsanordningar vid selektiv flamning

Olika bladskyddsanordningar har utvecklats för skydd av kulturväxtens blad och har använts vid tvärflamning. Ett system, som kallades "Water spray shielding" började provas 1968 (Matthews et al, 1971; Kepner et al, 1978). Spaltspridare var placerade 5 cm över brännarmynningen, parallellt med flaman, och sprutade vatten på kulturväxtens blad, med en vattenmängd på 100 liter/ha. Vattenskyddet gav en skarpt avgränsad temperaturminskning vid 5-8 cm höjd över marken. Härigenom kunde man flamma bomull med kraftiga brännare med mycket högre körhastighet än normalt. Hastigheter på 12,8 km/tim anges. Metoden uppgavs också kunna användas med lägre hastighet mot större ogräs utan att skada kulturväxten.

Ett annat system kylde kulturväxterna genom luftströmmar som alstrades av en stor fläkt på redskapet. Luftströmmen delade sig nere vid plantorna så att en luftström lyfte bladverket över flaman, medan den andra blåste nedåt och mildrade hettan på den nedre delen av stängeln på kulturväxten (Hoffman, 1985).

Under 1980-talet har Vester (1987) utvecklat en prototyp för selektiv flamning med bladlyftare och bladskydd bestående av keramiska fiberplattor. Värmeisoleringen har dock inte varit tillräcklig vid kontinuerlig drift. En liknande bladskyddsanordning har använts i egna försök i

Sverige (figur 8.8). Bladskydd av denna typ har i egna undersökningar visat vara till nytta endast när grödan, i detta fallet lök och majs, har mycket nedhängande blad, annars gick det lika bra utan skydden.



Figur 8.8. Bladskyddsanordning vid selektiv flamning i lök.



## 9. UTRUSTNING FÖR FLAMNING

### 9.1 Krav på utrustning

Olika redskap på marknaden skiljer sig ganska markant. Detta beror bl.a. på att gas- och säkerhetsföreskrifterna är olika i de europeiska länderna, samt att tillverkarna fäster olika stor vikt vid säkerheten. Användarna ställer också olika krav på redskapets person- och driftssäkerhet, pris, kapacitet och flexibilitet.

Vid val av flamaggregat bör man i första hand fästa vikt vid säkerhetsaspekterna och i andra hand de tekniska funktionskraven. Det finns ännu inte många myndighetskrav för gasolaggregat till ogräsbekämpning. Här följer några förslag till hur kraven kan formuleras.

### Säkerhetskrav

Följande punkter rör arbetsmiljön för gasolaggregat till termisk ogräsbekämpning. Utformningen av följande riktlinjer har skett efter samråd med sprängämnesinspektionen (Berg & Synnerholm, 1988). Det har också tagits hänsyn till vad som framkommit i en särskild undersökning om arbetsmiljön vid termisk ogräsbekämpning (Bohgard et al, 1988).

\* Från Arbetarskyddsstyrelsen påpekas att enligt Arbetsmiljölagen skall leverantör av utrustning tillhandahålla anvisning om aggregatets användning och skötsel samt säkerhetsanvisningar på svenska. Leverantören ska vidare ge en riskupplysning om utrustningen. Denna riskupplysning är enligt Sprängämnesinspektionen att hänföra till:

- Trycksatt system. Risk för mekaniska skador vid t ex slangbrott.
- Köldskada. Utströmmande gasol i vätskefas kan ge upphov till köldskador.
- Brandfara, dels vid läckage, dels vid utströmning från säkerhetsventil.

\* Arbetarskyddsstyrelsen påpekar också att de mycket heta plåt- och metallytorna på aggregaten måste skärmas på ett tillfredsställande sätt. Temperaturer på upp till 500 °C har uppmätts på aggregat.

\* Heta avgaser med temperaturer på upp till 700°C måste ledas från aggregatet på ett betryggande sätt för att undvika brännskador, upphettning av gasolflaskorna och antändning av brännbart material.

\* Gasolininstallation med hög säkerhetsnivå är ett krav på all flammansutrustning. All gasolutrustning, slangar, ledningar, ventiler, anslutningar mm ska vara avsedda för gasolininstallationer. Installationen bör vara utförd eller åtminstone kontrollerad av fackman och gärna kontrollerad av arbetarskyddsmyndigheter.

\* Gasolledningar från behållarna och ut till brännarna skall så långt möjligt utgöras av metallrör och fast monterade slangar. Metallrör bör vara av stål och man ska undvika legeringar som påverkas av gasolen t.ex kombinationer av koppar och stål som ger galvanisk korrosion. Rören bör vara svetsade i största utsträckning istället för gängade, särskilt vätskefasledningar. Gummislangar ska bytas med intervall enligt fabrikantens rekommendationer.

\* Kontroll och underhållsprogram för flamaggregat bör utarbetas så att inte förslitning, åldring av material, korrosion och mekaniska skador förändrar säkerhetsbetingelserna. Särskild hänsyn ska tas för att förebygga risker som innebär att plötslig och oförutsedd händelse kan leda till personskada genom brand eller explosion.

\* Tryckreduceringsventil med tryckvisare (manometer) bör finnas, ställbar i intervallet 0,5-4 bar (0,05-0,4 MPa) eller annat intervall som är lämpligt för det aktuella aggregatet. Manometern möjliggör kontrollerbar inställning och fortlöpande övervakning av arbetstrycket. Reduceringsventil med fast tryck, t ex 2 bar, kan användas, men då kan man inte se tryckfall. Om enklare handbrännare av kostnadsskäl ej utrustas med reduceringsventil, bör det finnas slangbrottsventil vid flaskventilen.

\* System där gasolen tas ur flaskorna i gasform, kan förses med uppvärmning av gasolflaskorna för att förbättra förångningskapaciteten. Denna uppvärmning måste ske på ett betryggande sätt, utan risk för överhettning av flaskorna. Låt ej brännarens rökgaser träffa flaskan utan att ha en kontrollerad luftblandning. Enligt tryckkärlskommissionens gasflasknormer får gasolflaskorna inte värmas till mer än 45°C.

\* När gasolen tas ur flaskorna i vätskeform, ställs extra höga krav på gasolininstallationen, eftersom läckage kan få svåra konsekvenser. Gasolslang med flätad stålarmring bör användas för vätskeformig gasol. Regleringen av vätskeformig gasol är svårare än gasformig. Slangbrottsventil begränsar utsläppen vid eventuell driftsstörning. Gasolvätska expanderar kraftigt vid uppvärmning och får därför aldrig kunna bli inestängd i en ledning utan säkerhetsventil! Särskilda gasolflaskor för vätskeuttag ska användas. Vanliga gasolflaskor för gasuttag får ej användas rakt upp och ned, eftersom säkerhetsventilen då kan sättas ur spel.

\* Tändningen av brännarna skall vara enkel och säker. Fjärrmanövrerad elektrisk tändning är önskvärd på större traktorburna redskap, men är inget krav. Gasol driven tändbrännare med långt skaft är annars lämplig för stora redskap. Mindre utrustning kan tändas med särskild gasoltändare eller gnisttändare med skaft.

\* Lättåtkomlig snabbavstängning av brännarna skall finnas. På system med gasuttag ur flaskorna, kan en avstängningsventil placeras nära förarplatsen. På system med vätskefasbrännare är det däremot önskvärt att snabbavstängningsventilen sitter så nära brännaren som möjligt för att minska efterbränningstiden. Detta förutsätter på större redskap en förarplatsmanövrerad magnetventil samt säkerhetsventil på vätskeledningen mellan flaskuttaget och ventilen för snabbavstängning.

\* Sparlågeventil bör finnas på alla aggregat. Flammans effekt kan därigenom minskas vid tillfälliga stopp eller vändningar utan att lågan slocknar. Sparlågeventilen kan vara förenad med snabbavstängningsventilen.

\* Flamvakt bör av säkerhetsmässiga skäl finnas på större redskap, där man inte ständigt har översikt över brännarna. Flamvakten kan utgöras av en termoelektrisk tändsäkring som stänger av gastillförseln om flammen slocknar. Tändsäkring är särskilt viktig för vätskebrännare eftersom det strömmar ut gasolvätska om flammen slocknar.

\* Brandsläckningsutrustning bör medföras utrustningen för släckning av eventuella bränder i gräs och annat torrt material. Vatten eller pulver-släckare kan användas. Detta är särskilt viktigt vid torr väderlek. OBS! Brandsläckare utgör inget skydd mot gasolbränder.

### Tekniska funktionskrav

De tekniska funktionskraven är mer variabla och avgörs av den enskilde användaren. Några egenskaper hänger ihop, medan andra står i motsatsförhållande till varandra. Som alltid avgörs maskinvalet av vad man ska använda det till, vilka speciella krav man ställer på kapacitet etc samt vad man kan betala.

\* Kapacitet. Kraven på avverkningskapacitet varierar beroende på bl.a arealstorlek och arbetskostnad. Kapaciteten på flamaggregat har hittills varit tämligen låg på grund av låg körhastighet och liten arbetsbredd. Redskapets effekt och konstruktion avgör den maximala körhastigheten, men väderlek och typ av ogräs bestämmer den aktuella körhastigheten. Marknadsförda flamredskap har tidigare endast medgett körhastigheter på ca 2-4 km/tim. Nyligen utvecklade modeller från Holland medger körhastigheter på 3-6 km/tim och en dansk prototyp upp till 6-9 km/tim. På handburna eller skjutbara redskap behöver framföringshastigheten inte vara större än normal gånghastighet, dvs 3-4 km/tim. För traktorburna redskap är en körhastighet på åtminstone 6 km/tim önskvärd. Många nöjer sig dock med lägre körhastighet, särskilt när hög styrnoggrannhet är nödvändig. För att uppnå hög körhastighet behövs kraftiga brännare, effektiv vindavskärmning och isolering av flammorna.

Arbetsbredden på manuellt skjutbara redskap är högst 1,5 m och vanligen mindre. Traktorburna redskap finns idag med arbetsbredd upp till 4,5 m. Med dagens relativt tunga redskapstyper är det knappast troligt med arbetsbredder större än 5-6 m. Kapaciteten på hittills marknadsförda traktorburna redskap har uppgetts till ca 1 ha/tim. Ett nytvecklade holländskt redskap med arbetsbredd på 3,2 m uppges avverka 1 ha/tim vid behandling av krossad potatisblast.

\* Driftsäkerhet även i blåst förutsätter avskärmade brännare. Till selektiv flamning i växande gröda måste dock flammorna vara åtminstone delvis oavskärmade så att flammen når in i raden. Många brännare slocknar lätt i blåst. Detta gäller vanligen för enklare redskap med oavskärmade brännare eller olämpligt utformad avskärmning. Brännarens konstruk-

tion avgör delvis förmågan att arbeta i blåst. Men även om flammen håller sig vid liv försämras ogräseffekten genom att vinden blåser bort värmen från ogräsen. Vindavskärmning är därför nödvändig för att uppnå driftssäkerhet och god effekt även under blåsiga förhållanden. Se vidare i kapitel 8 om avskärmningens utformning.

\* Driftsäkerhet vid behandling av stora ogräs. Driftsäkerheten vållar ofta problem vid behandling av stora eller fuktiga ogräs, genom att uppstigande vattenånga kväver flammen. Problemet kan undvikas genom lämplig konstruktion, inställning och avskärmning av brännaren. Se vidare i kapitel 8 och 10.

\* Föraren behöver indikation på om brännarna är tända eller ej. Vid användning av traktorburna redskap kan inte föraren se om all brännare är tända. Denna indikation kan med fördel kombineras med flamvakt.

\* Mångsidighet. I många fall är det önskvärt att kunna anpassa utrustningen efter behov till ex. olika arbetsbredder, band- eller bredflamning, oselektiv eller selektiv flamning, ogräsbekämpning eller blastdödning. Det finns här ett visst motsatsförhållande mellan att få en specialmaskin till ett visst ändamål och en flexibel utrustning. Ett system som Reinerts med oavskärmda vridbara brännare (figur 9.7) kan med enkla medel anpassas till exempelvis flamning före grödans uppkomst och sedan till selektiv flamning i växande gröda. Nackdelen med detta system är kanske främst att det är vindkänsligt och har låg kapacitet. System med brännarna fast monterade under en kåpa över hela arbetsbredden kan bara användas till oselektiv nedvissning av ogräs före grödans uppkomst eller till blastdödning, men man får å andra sidan en enklare redskapsuppgagnad.

\* Gasolförsörjning för kontinuerlig drift. I system med gasfasbrännare krävs särskilda åtgärder för att få kontinuerlig drift under en längre tid. Flaskorna frostar annars lätt och måste bytas innan flaskorna är tömda. Se vidare om åtgärder för ökat gasoluttag i avsnitt 6.5. I system med vätskefasbrännare kan stora mängder gasolvätska tas ur ett relativt litet antal flaskor utan problem med isbildning. Vätskeuttag kräver dock som tidigare nämnts större uppmärksamhet på säkerhetsaspekter.

\* Gasolbehållare. Nästan alla redskap som finns på marknaden använder gasol som energikälla. Flaskor för gasoluttag i gasfas är helt dominerande på marknaden och därför lättast att få tag på. Vid val av behållartyp samt gasfas- eller vätskefassystem måste hänsyn tas till vilka gasolbehållare som är tillgängliga på ens egen ort. Några modeller från Holland kan fås med gasoltank, men detta förutsätter tillgång till gasolcistern för tankning. Se vidare om gasolbehållare i avsnitt 6.3.

\* Markföljsamhet. För att uppnå ett bra och jämnt resultat vid flamning är det av yttersta vikt att redskapet följer markytan väl hela tiden. Varje brännardel bör därför ha markföljande hjul eller medar. På redskap för bandflamning i radodlingar är individuellt parallellogramupphängda brännare ett krav.

## 9.2 Utrustning för grönsaksodling och jordbruk

Valet av flamaggregat avgörs i stor utsträckning av hur det ska användas. Om man t ex enbart skall använda utrustningen för bandflamning före grödans uppkomst i en odling med enhetligt radavstånd, kan redskapet specialgöras för detta ändamål. Om man vill använda flamning både före och efter uppkomst och dessutom till blstdödning ställs helt andra krav på flexibilitet hos utrustningen. Det finns ännu inga marknadsförda flamaggregat som på ett tillfredsställande sätt klarar av alla tänkbara bekämpningssituationer vid radodlade grödor. En tänkbar framtida lösning är då att ha en gemensam grundram med gasolbehållare och två eller flera utbytbara uppsättningar brännarenheter för t ex bredflamning och selektiv flamning.

### Oselektiv flamning av ogräs eller potatisblast

#### Bandflamning av ogräs

Vid flamning före grödans uppkomst föredrar många att bara behandla ett 10-20 cm brett band över raden, s k bandflamning. Fördelar är att gasförbrukningen minskar och att utrustning blir lättare. Ogräsen mellan raderna rensas då mekaniskt. I mycket små odlingar kan handbrännare eller hjulburna redskap (figur 9.19) vara lämpliga. För större odlingar finns traktorredskap med arbetsbredd upp till 4 meters arbetsbredd (figur 9.7 och 9.13).

Utrustning för bandflamning kan även användas för flamning mellan raderna, om brännarbredd och radavstånd passar. Det krävs avskärmade brännare för att hindra skador på grödan.

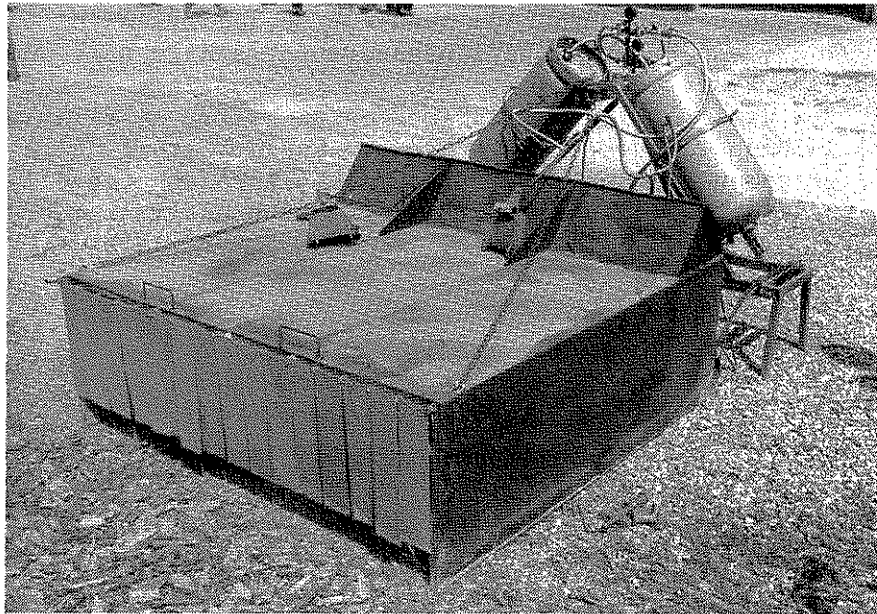
I system med oavskärmade brännare kan brännarna ställas in för användning även till selektiv flamning. Detta är inte möjligt om brännarna är fast monterade under en avskärmning. Nackdelen med oavskärmade brännare är dock att de blir mer vindkänsliga och att det går åt mer gas.

Vid bandflamning bör varje brännarenhet vara individuellt upphängd med markföljande stödhjul mellan raderna. Om utrustningen ska användas för flamning både i och mellan raderna måste således upphängningen av brännarna kunna anpassas för detta så att stödhjulen går mellan raderna i båda fallen.

#### Bredflamning av ogräs eller potatisblast

Redskap med brännarramp över hela arbetsbredden användes vid bredflamning över hela den odlade ytan (figur 9.11 och 9.16). Fördelen med bredflamning är att redskapsuppgbyggnaden blir enklare och man blir mindre beroende av radavstånd. Vid bredflamning före grödans uppkomst sparar man in den första radhackningen. Nackdelen med redskap för bredflamning är att det går åt mer gas, vilket medför större och tyngre gasolförråd och eventuellt extra anordningar för gasolförångning.

Redskap för bredflamning med hög effekt och kraftiga flammor kan även användas för nervissning av potatisblast. För behandling av potatisblast krävs mycket kraftiga brännare, effektiv värmeisolering och särskild förbom eller liknande för att förbättra flammornas nerträngning i bladmassan (figur 9.1).



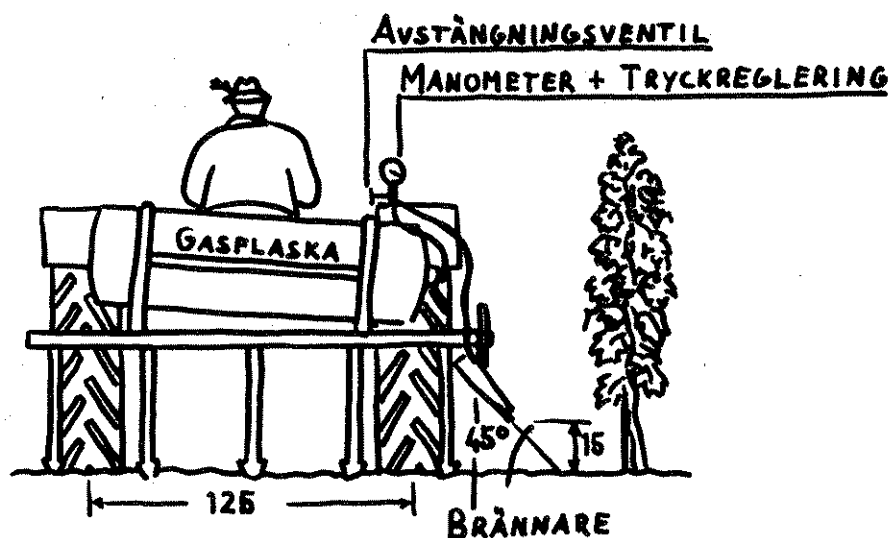
Figur 9.1. Dansk försöksutrustning för blasdödning i potatis. Aggregatet har vätskebrännare med mycket hög gasförbrukning, 45-50 kg/tim per meter arbetsbredd.

### Selektiv flamning av ogräs i växande gröda

Vid selektiv flamning av ogräs i raden i växande gröda skall flammorna svepa in under bladen och genom raden (figur 11.3). Brännarna måste således vara åtminstone delvis oavskärmade och helst vridbara för att kunna anpassas till typ och storlek på gröda. Handbrännare kan användas för selektiv flamning om man behandlar en sida av raden i taget. I övrigt är det idag endast Reinerts och Biofarms system (figur 9.7 och 9.9), som är avsedda för selektiv flamning. Båda saknar avskärmning och bladskyddsanordningar. I höga grödor med upprättväxande bladverk, som majs och i viss mån lök, kan selektiv flamning göras utan bladskydd. I låga grödor och i tidigt utvecklingsstadium och vid små radavstånd kan bladskydd däremot behövas (fig. 8.8). Se vidare i kapitel 8.

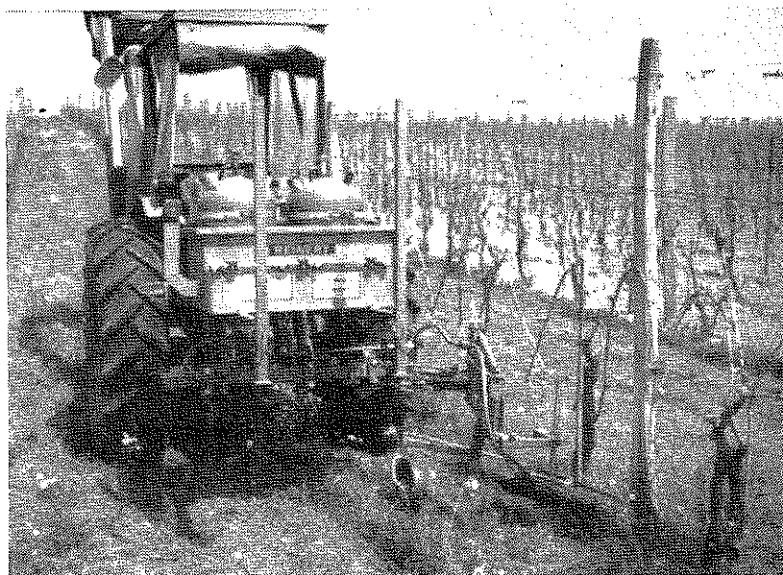
### 9.3 Utrustning för frukt och bärödling

Traktoraggregat för flamning i fruktodling eller andra radodlade vädertade växter bör vara front- eller sidomonterade, för att få precision i styrningen. För behandling bredvid raden bör det finnas en fast monterad och övertäckt brännarramp. Avskärmningen är viktig för att undvika skador i bladverket av uppstigande hetta. För bekämpning i raden finns två olika sätt. Det första och tidigare helt dominerande systemet bygger på en fast tvärställd brännare som bränner snett in i raden (figur 9.2 och 12.3) på samma sätt som vid selektiv flamning i grönsaker.



Figur 9.2. Flamning i vinodling med fast tväreställd brännare (efter Engel, 1969)

Det andra systemet, som idag provas på prototyper i Holland och Tyskland, har en rörlig brännarenhet som svänger ut och in mellan träden (fig 9.3). Sidoförflyttningen kan regleras hydrauliskt med hjälp av känselspröt kopplad till en hydraulventil, eller rent mekaniskt genom ett hjul eller en svingarm som tvingas åt sidan vid kontakt med stammen. Systemet med fast tväreställd brännare är enklast, men medför risk för att flammorna skadar stammen. Systemet med rörlig brännarenhet eliminerar risken för termiska barkskador, men är mer komplicerat och begränsar körhastigheten. Se vidare kapitel 12.



Figur 9.3. Reinert flamaggregat för fruktodling med rörlig svingarm. (Foto: Reinert).

#### 9.4 Utrustning för hårdgjorda ytor

Termisk ogräsbekämpning lämpar sig för hårdgjorda ytor, t ex sten- och plattbeläggningar, grusytor och trottoarkantsten. Metoden rekommenderas inte generellt i planteringsytor. För en närmare beskrivning av teknik och metoder för hårdgjorda ytor hänvisas till Nyström & Svensson (1988) och en skrift av Nilsson et al (1988).

##### Punktbekämpning

För flamning på små och trånga ytor, runt stolpar och liknande är handbrännare lämpliga (figur 9.4, 9.6 och 9.17). Handburna redskap består av en gasolflaska, reducerventil, slang och en handburen brännare med sparlägeventil. Gasolflaskan kan placeras på en vagn eller bäras i en ställning på ryggen (figur 9.6). När man bär gasolflaskan på ryggen bör man för ryggens skull, endast använda PA6 flaska i aluminium med 6 kg gasol.

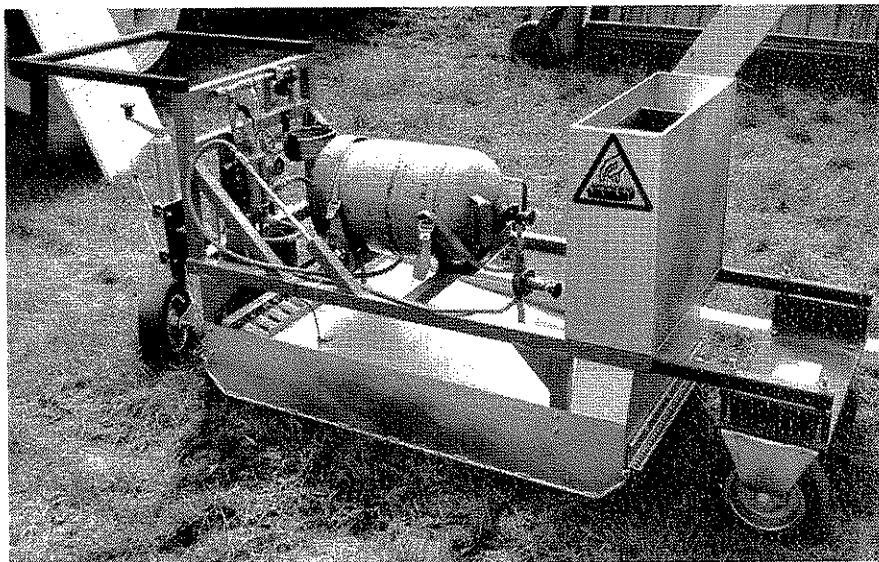


Figur 9.4. Handbrännare är lämplig på små ytor där man inte kommer åt med större redskap.

##### Mindre ytor

Hjulfuren utrustning med 0,5-1,0 meters arbetsbredd är lämplig för bekämpning på mindre ytor och gångar där traktoraggregat inte är användbara eller lönsamma. Redskapen kan skjutas för hand eller drivas med en enaxlad traktor (figur 9.5, 9.8 och 9.15). Kapaciteten med sådant aggregat kan bli upp till 1500 kvadratmeter per timme.





Figur 9.5. Hjulburet flamaggregat för mindre ytor. Agro Dynamic PV60.

### Större ytor

För större ytor, torg, cykelvägar och liknande lämpar sig redskap med arbetsbredd upp till 1,5 m, monterade på traktor eller redskapsbärare (figur 9.10 och 9.14). Kapaciteten med fordonsburna aggregat kan bli upp till 4000 kvadratmeter per timme.

### Trottoarkantsten

För bekämpning av ogräs i rännstenskanter finns specialaggregat (figur 9.12) i olika utförande med kapacitet på 1000-2500 löpmeter per timme.

## 9.5. Olika fabrikat - gasoldrift

I det följande görs en genomgång av de, för Sveriges del, mest aktuella och tillgängliga fabrikaten för termisk ogräsbekämpning med flamning. Utöver de här nedan angivna fabrikaten finns även tillverkning i åtminstone Frankrike och England. Se vidare i adressförteckningen i bilaga 3. Dessutom finns ett stort antal sk hemmabyggen som mer eller mindre liknar varandra.

### Reinert

Det västtyska företaget Reinert har i samarbete med professor Manfred Hoffmann utvecklat ett system, som baseras på gasfasbrännare och uppvärmning av gasolflaskorna i ett vattenbad. Företaget har sedan mitten av 1970-talet tillverkat och sålt flamredskap för lantbruk och trädgårdsodling. De senaste åren har man även gjort utrustning för flamning på hårdgjorda ytor i parker och bostadsområden. Företaget tillverkar även ogräsharvar och reparerar lantbruksmaskiner.

Systemet baseras på flata s k stavbrännare för gasformig gasol. Stavbrännarna består av dysor med 0,5 mm diameter på 3 cm avstånd (figur 7.3). Brännarna finns i olika bredder från 10 till 50 cm. Stavbrännaren ger en kort, flat och skarpt avgränsad flamma. Normalt arbetstryck är enligt tillverkare 1,65 bar, men kan vid behov ökas upp till 2,5 bar. Effekten på brännarna blir vid 1,65 bar ca 13 kg/tim per meter arbetsbredd. Brännarna tillverkas på företaget och är enligt uppgift patenterade (Reinert, 1987). Brännarna ska enligt tillverkaren normalt vinklas snett framåt i ca 45°, med mynningen 15-30 cm över markytan (figur 8.3). Vid bandbehandling med 25 cm breda brännare rekommenderas dock att vinkla mynningen 90° rakt nedåt med brännaren nästan i längdriktningen, så att endast ett 10 cm brett band behandlas.



Figur 9.6. Reinerts handbrännare med ryggställning för gasolflaskan. (Foto: Reinert).

Redskapen finns i varierande storlekar och utföranden. Den enklaste typen är handburna brännare där gasolflaskan bärs på en ställning på ryggen eller på en liten vagn. Efterfrågan har hittills varit störst på dessa enkla handbrännare. Större redskap är hjulburna eller traktorburna med arbetsbredder upp till 4,7 m. Kostnaden för traktorburna redskap varierar med arbetsbredd och tillhör men låg 1987 i storleksordningen 25 000 - 50 000 SKr. Det finns idag ingen svensk återförsäljare för de större redskapen. Herman Meyer säljer dock de mindre handburna utrustningarna.

På redskapen till radodlingar kan brännarna fås monterade på en stel balk eller individuellt upphängda på markföljande vipparmar eller parallellogrammar (figur 9.7). Brännarna är oavskärmade och fritt vridbara i olika riktningar. Systemet blir därigenom mycket flexibelt och kan anpassas till bredflamning, bandflamning eller selektiv flamning i växande gröda. Nackdelen med dessa oavskärmade brännare är kanske främst att de inte fungerar tillfredställande vid blåst (Geier, 1986; Danielsson, 1987). Eftersom värmen snabbt stiger uppåt blir verkningsgraden och körhastigheten begränsad.



Figur 9.7. Reinert flamaggregat med oavskärmade brännare för radodlingar. Redskapet kan användas både för flamning före grödans uppkomst och för selektiv flamning i växande gröda.

Det saknas således avskärmning och skyddsanordningar för kulturväxten vid selektiv behandling. Brännarkonsollerna är dock förberedda för montering av sådan utrustning. Redskapen kan utrustas med radhackningsorgan för att kombinera radhackning och flamning i ett arbetsmoment.

På redskapen för flamning på hårdgjorda ytor i stadsmiljöer är flammorna övertäckta med en vindskyddande skärm (figur 9.8). Dessa redskap har arbetsbredd på 1 eller 1,5 m.



Figur 9.8. Reinert flamaggregat för hårdgjorda ytor.

Reinert har även utvecklat ett specialredskap till fruktodling och plantskolor, med brännare monterade på en svingarm som går ut och in mellan träden (figur 9.3).

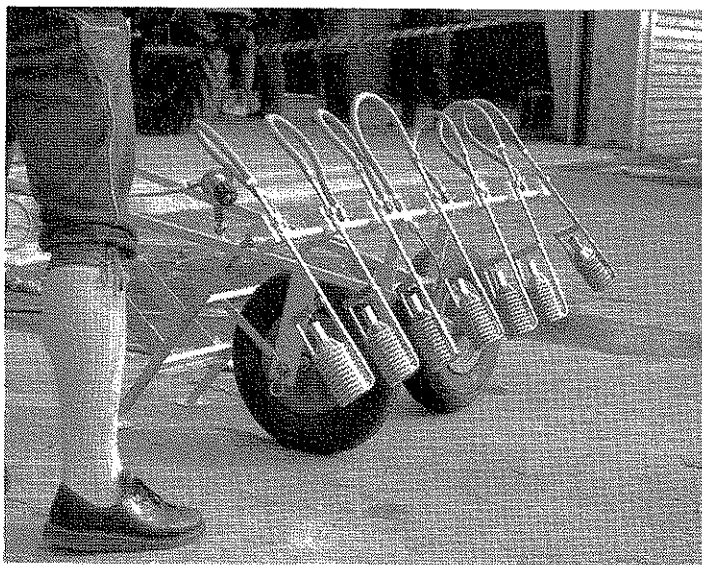
Gasolflaskorna står i ett vattenbad som värms upp till 15-20°C av en gasol driven värmeslinga. Vattnet får enligt svensk normer inte värmas upp till mer än 45°C. Ett termoelement stänger av gasolflågan redan vid en vattentemperatur på 30°C.

Gasolinstallationen är genomtänkt ur säkerhetssynpunkt och godkänd av tyska brand- och arbetarskyddsmyndigheter. Aggregaten är utrustade med tändbrännare, sparlågeventil samt termoelektrisk tändsäkring, som stänger av gastillförsel om flammen slocknar.

### Biofarm

Det schweiziska företaget Biofarm har sedan 1973 marknadsfört system med vätskebrännare. Företaget säljer idag handburna brännare med ryggställning för gasolflaskan samt en hjulburen modell med arbetsbredd upp till 1,8 m. Tidigare har de på beställning tillverkat stora trepunktsupphängda redskap, med arbetsbredd upp till 4,5 m, men dessa byggs inte längre. Under 1986 började de utveckla nya modeller med inkapslade gasfasbrännare för bredflamning av ogräs och potatisblast (Biofarm, 1987). De säljer även handburna gasfasbrännare, som liknar Reinerts.

Redskapen med vätskebrännare är mycket enkla i sin uppbyggnad och består av flera runda brännare monterade på en ramp (figur 9.9). Genom att placera brännarna på olika sätt kan redskapen anpassas till bredflamning, bandflamning och selektiv flamning i växande gröda. För att redskapen ska vara lätta har man ingen avskärmning på de hjulburna redskapen som skjuts för hand. Brännarna vinklas ca 45° med mynningen 20-30 cm över marken. Riktningen beror på användningssätt; på redskap som man skjuter framför sig är brännarna riktade snett framåt. På de tidigare tillverkade traktorburna redskapen riktades brännarna snett bakåt, från traktorn. Vid selektiv flamning i växande majs riktas de vinkelrätt in mot raden.



Figur 9.9. Hjulburet redskap med vätskefasbrännare från Biofarm.

Brännarna har hög effekt och förbrukar 4 kg gas/tim vid 3 bar, vilket på redskapen motsvarar ca 20 kg/tim per meter arbetsbredd. Handbrännarna finns i en ännu kraftigare modell, som tar 10-12 kg/tim. Gasförbrukningen uppges till 60-80 kg/ha vid bredflamning.

Gasolflaskan placeras upp och ned och den flytande gasolen rinner ut till brännarna. Ett filter fångar upp föroreningar i gasolen. Upp och ned-vända gasolflaskor är dock olämpligt ur säkerhetssynpunkt.

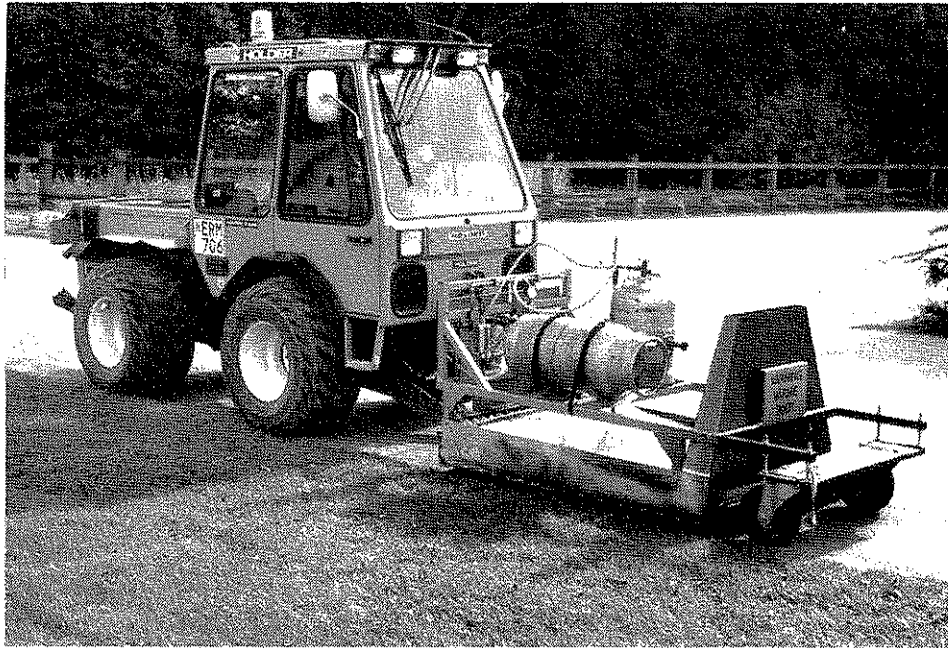
Ett hjulburet redskap med 9 brännare och arbetsbredd på 1,8 meter kostade 1986 2 500 Schweizerfranc (10 600 SKr) (Biofarm, 1987). Liksom på Reinerts redskap kan brännarna ändras flexibelt. Det finns ingen svensk återförsäljare för Biofarm.

### Agro Dynamic

Agro Dynamic från Holland marknadsför redskap för termisk ogräsbekämpning till jordbruk, trädgårdsodling och stadsbruk. Företaget började 1980 att marknadsföra ett system för ogräsbekämpning med infraröd strålning. Redskapen baserades ursprungligen enbart på gasoldrivna infrabrännare. Detta system har fått stor publicitet bl.a. för att ägaren A.C. van't Rood 1983 fick motta Pierson-priset på 75 000 Gulden för miljövänlig teknik. Fördelar med infraröd strålning är bl a att brännarna är okänsliga för vind och har skarpt avgränsad värmestrålning. Ur allmänhetens synpunkt tycks infraröd strålning innebära mindre psykologiskt motstånd än flammor. Till nackdelarna med infravärme hör att körhastigheten blir lägre och nerträngningen i växtmassan sämre, än med direkta flammor. Infrabrännarna kompletterades därför sedan med öppna brännare för att förbättra kapaciteten och ogräseffekten.

Agro Dynamic marknadsför idag redskap med infrabrännare, brännare med direkt flamma eller med en kombination av dessa. På deras senast utvecklade redskap har infrabrännarna helt ersatts av flambrännare av vätsketyp med direkta flammor. Aggregaten marknadsförs, särskilt i utlandet, fortfarande med de missvisande beteckningarna strålbrännare och infrabrännare (Agro Dynamic, 1987; Anonymus, 1987), vilket förmodligen har marknadsmässiga skäl. Flammorna är övertäckta med en värmeisolerad metallkåpa med sträckmetallnät närmast flammorna (figur 8.4). Detta metallnät blir under drift mer eller mindre rödglödande och avger infraröd strålning mot marken. Aggregaten verkar således med direkta flammor, men värmeverkan förstärks genom att flammornas hetta strålar tillbaka mot marken i form av infraröd strålning från det upphettade metallnätet.

Denna nya generation av redskap marknadsförs för två olika användargrupper. De mindre modellerna, PV60 och PV90 (figur 9.5 och 9.10) med arbetsbredd på 60 och 90 cm är avsedda för stadsbruk till ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Flera aggregat av dessa modeller arbetar sedan 1987 yrkesmässigt i Sverige. Brännardelen är uppdelad på sektioner om 30 cm och tillåter därför arbetsbredd på 30, 60 eller 90 cm. Brännarna är flermunstycksbrännare med munstycken på 6 cm avstånd och ger mycket långa flammor. Brännarna är riktade framåt och har en ovanligt låg vinkel, endast ca  $10^{\circ}$  med mynningen ca 10 cm över markytan. En tändbrännare och en pilotlåga matas med gasformig gasol från en separat flaska. Resten av aggregatet försörjs med flytande gasol och har således förångningskammare i brännardelen. Framtill finns en skorsten som leder ut de förbrända rökgaserna. Arbetstrycket är normalt 1,5 bar. Gasförbrukningen på PV90 är enligt tillverkaren 12 kg/tim, vilket motsvarar ca 13 kg/tim per meter arbetsbredd. Körhastigheten uppges till 3-6 km/tim, beroende på typ av växtlighet. Dessa kapacitetsuppgifter motsvarar en gasförbrukning i intervallet 22-45 kg/ha, vilket stämmer väl överens med egna mätningar.



Figur 9.10. Agro Dynamic modell AD-PV90 för hårdgjorda ytor.

De större traktorburna modellerna är för lantbruk till ogräsbekämpning före grödans uppkomst eller för blastdödning i potatis. Modellen LB 3,2 (figur 9.11) har en arbetsbredd på 3,2 m och väger 580 kg utan gasbehållare. Brännardelen består här av flera flata vätskebrännare, som bränner med direkt låga snett bakåt in under den isolerade metallskärmen (figur 8.4). Framtill och baktill sitter en kedjeridå för att skydda mot vind.

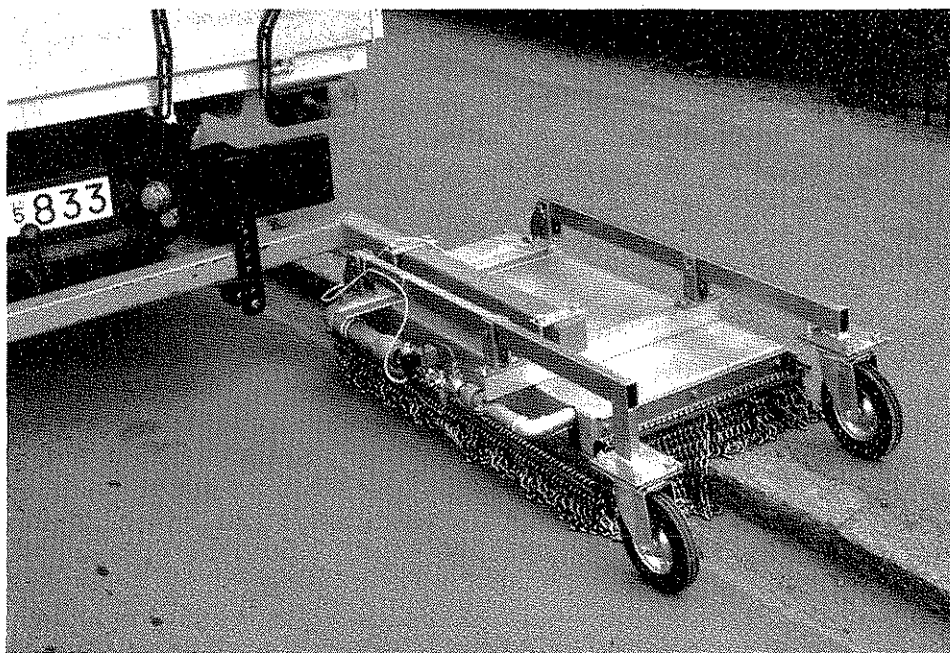


Figur 9.11. Agro Dynamic modell LB 3,2. Redskapet kan användas som på bilden för blastdödning i potatis efter krossning av blasten, eller till ogräsbekämpning före en grödas uppkomst. (Foto: Agro Dynamic)



I Holland och Danmark använder man gasoltank för motorgas till modellen LB 3,2. I Sverige finns tankställen för motorgas på så få ställen att det förmodligen är lämpligare att satsa på VP250 gasolvätskepaket (figur 6.3). Gastrycket kan varieras mellan 0 och 3 bar. Gasförbrukningen är enligt tillverkaren 75-80 kg/tim, vilket motsvarar 23-25 kg/tim per meter arbetsbredd. Vid testkörning av redskapet i Danmark, till ogräsbekämpning före grödans uppkomst i morötter, användes enligt generalagenten (Olsen, 1987) en körhastighet på 4-5 km/tim. Denna kapacitet motsvarar en gasförbrukning på 50-60 kg/ha. Vid behandling av krossad potatisblast uppges kapaciteten enligt tillverkaren vara ca 1 ha/tim, vilket således motsvarar en något högre gasförbrukning. Kostnaden för redskapet är i Sverige cirka 110 000 Skr utan gasoltank. Redskapet kan också fås med arbetsbredd på 1,6 m eller 4,5 m.

Företaget marknadsför även andra traktorburna redskap för lantbruk till bred- och bandflamning. Till fruktodling och plantskolor finns även ett specialaggregat på utvecklingsstadiet med en svängbar brännardel, som går ut och in mellan träden i raden. För stadsbruk finns även aggregat för ogräsbekämpning längs trottoarkantsten (figur 9.12). UteTjänst AB i Bjuv är återförsäljare för Agro Dynamic.



Figur 9.12 Agro Dynamic modell G12 för trottoarkantsten.

### Catter

Det holländska företaget Borst B.V. har sedan 1978 tillverkat flamaggregat för ogräsbekämpning, som marknadsförs under namnet Catter. Flamaggregat är bara en liten del av företagets verksamhet. De marknadsför huvudsakligen två typer av redskap. Den ena typen är redskap för radodlingar med en brännarenhet per rad (figur 9.13). Den andra typen är avsedd för stadsbruk på hårdgjorda ytor (figur 9.14). Det saknas ännu svensk återförsäljare för Catter.



Figur 9.13 Catter flamaggregat för bandbehandling i radodlingar.

Catters system har utvecklats i samarbete med holländska Benegas B.V. (BP). Redskapen baseras på deras egna rampbrännare (figur 7.4 och 7.5) av gasfastyp. Brännaren ger en kort, flat och intensiv låga. En detalj att lägga märke till är att primärluftintaget sitter en bit från själva brännaren (figur 7.5). Detta gör flaman mindre känslig för kvävning av uppströmmande förbrända rökgaser. Primärluftintaget är också reglerbart för att kunna ställa in luftblandningen optimalt.

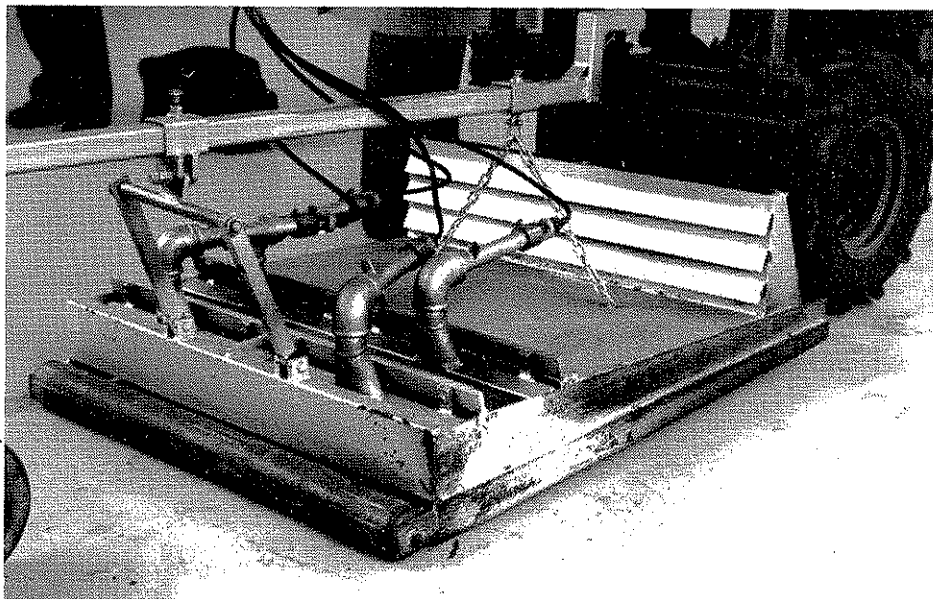
Företaget tillverkar även stora gas- och oljebrännare för industriellt bruk. De vill av säkerhetsskäl inte arbeta med vätskefasbrännare (Borst, 1987). Liksom på Agro Dynamics senaste modeller bränner lågorna in under en värmeisolerad metallkåpa med sträckmetallnät över flammorna. Brännarna är däremot riktade snett bakåt i ca 60° vinkel och mynningen är endast 5 cm över markytan.

Varje brännardel hade från början bara en rad med brännare. Med ledning av undersökningar vid det lantbrukstekniska institutet IMAG i Wageningen har de sedan övergått till att placera två rader med brännare efter varandra. Man får därigenom en längre tids upphettning av ogräsen.

Under 1987 har Inst. för lantbruksteknik i samarbete med Sockerbolaget AB provat ett Catter prototypredskap för flamning mellan raderna i sockerbetsodling (figur 9.13) (Ascard et al, 1987). Primus Svenska AB har varit med och finansierat redskapet. Varje brännarenhet är 33 cm bred och består av två rader med brännare. Enligt egna mätningar är gasförbrukningen 11 resp. 14 kg/tim per meter effektiv arbetsbredd vid 1,5 resp. 2 bar. Körhastigheten varierade mellan 3 och 6 km/tim beroende på ogrässtorlek. Detta motsvarar en gasförbrukning på 23-47 kg/ha. Det lägre talet avser fröogräs mindre än 2 cm.

Ett annat prototypredskap med samma brännaruppbyggnad men med arbetsbredd på 120 cm har under 1987 provats hos Malmö Gatukontor på hårdgjorda ytor.





Figur 9.14. Catter flamaggregat för hårdgjorda ytor.

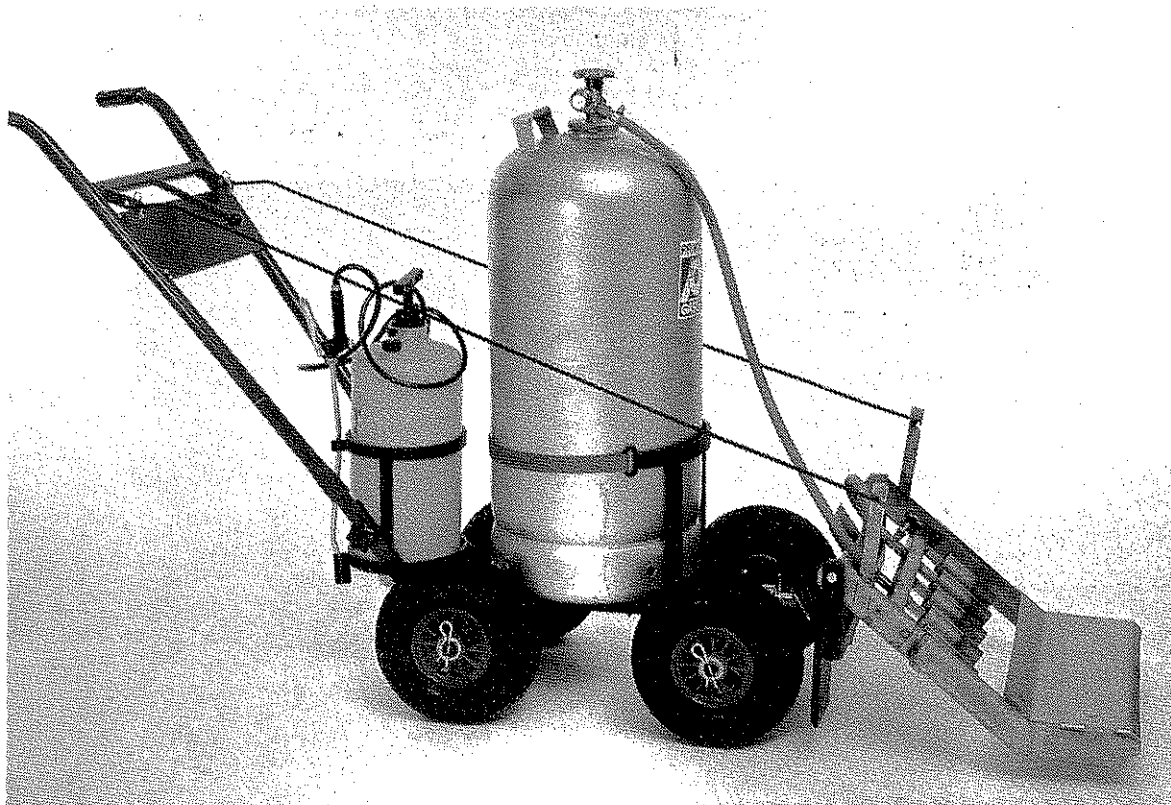
Brännarna försörjs av sammankopplade gasflaskor utan tillförsel av värme till flaskorna. Företaget säljer även mindre handbrännare med arbetsbredder på 15, 20 eller 30 cm. Det har även utvecklats ett aggregat för fruktodling.

#### Primus Svenska

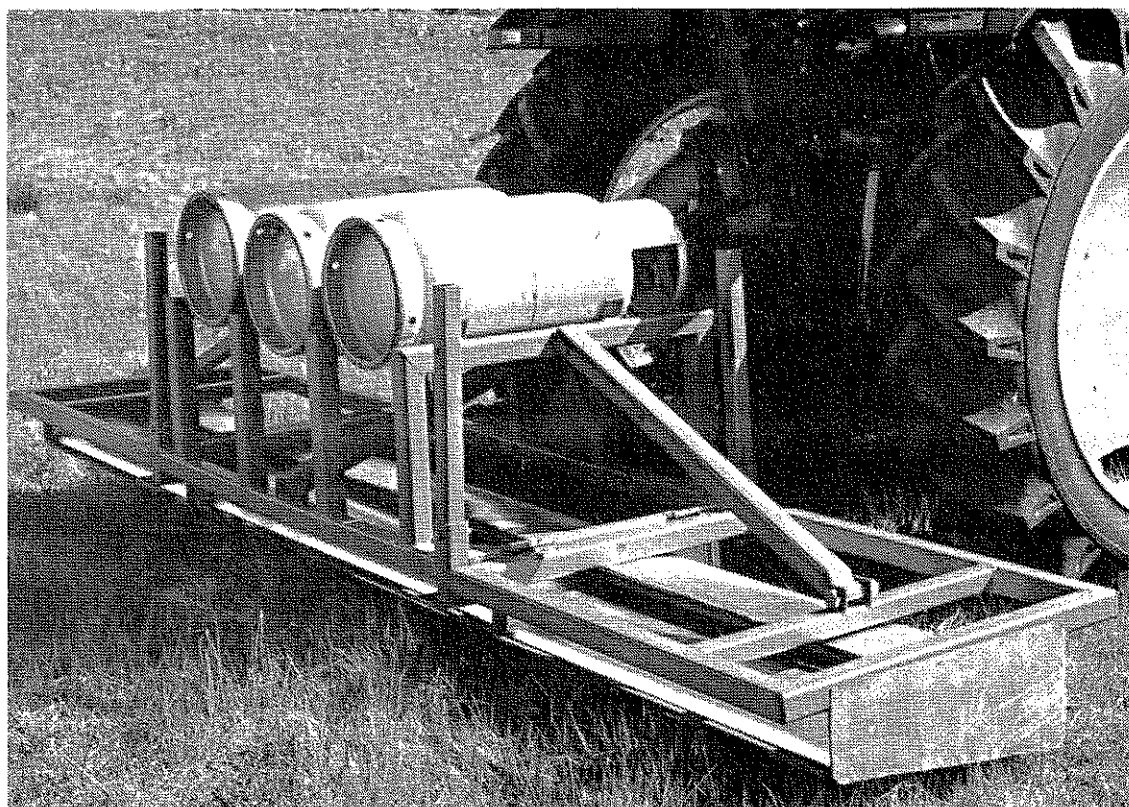
Primus Svenska AB säljer sedan 1986 svensktillverkad utrustning för termisk ogräsbekämpning med gasolbrännare. All utrustning baseras på gasfasbrännare, men i övrigt skiljer sig de olika modellerna åt.

Aggregatet "Heatfighter 450" (figur 9.15) är avsett för ogräsbekämpning på hårdgjorda mindre ytor t.ex i parker och bostadsområden. Brännar-rampen består av 5 dysor och drivs med gasol i gasfas. Arbetsbredden är 45 cm och gasförbrukningen 5,5 kg/tim vid 2 bar, vilket motsvarar 12 kg/tim per meter arbetsbredd. För att öka förångningen av gasolvätska finns en gasol driven hetluftsvärmare under gasolflaskan. Aggregatet är utrustat med vattenspruta för släckning av eventuella gräsbränder. Utrustningen kan också förses med en kantstensbrännare för ogräsbekämpning längs trottoarkanter. Heatfighter kostar i standardutförande ca 15 000 Skr.

Agroflame är en aggregattyp framtagna främst till grönsaksodling för ogräsbekämpning före grödans uppkomst (figur 9.16). Det kan fås med 1,20 eller 3,00 meters arbetsbredd. Till det smalare aggregatet används vanliga stående gasolflaskor, med hetluftsvärmare under flaskorna för att förbättra förångningen. Till 3 meters-aggregatet används istället motorgasflaskor, där man tar ut gasolen i vätskefas. Gasolen förångas då i en separat förångare, som utnyttjar värme från traktorns kylsystem (figur 6.6). Brännarna har en förbrukning på endast 6 kg/tim per meter arbetsbredd. Agroflame med 3 meters arbetsbredd kostar ca 50 000 Skr inklusive förångare.



Figur 9.15 Utrustning från Primus Svenska för hårdgjorda ytor. Heat-fighter 450. (Foto: Primus)

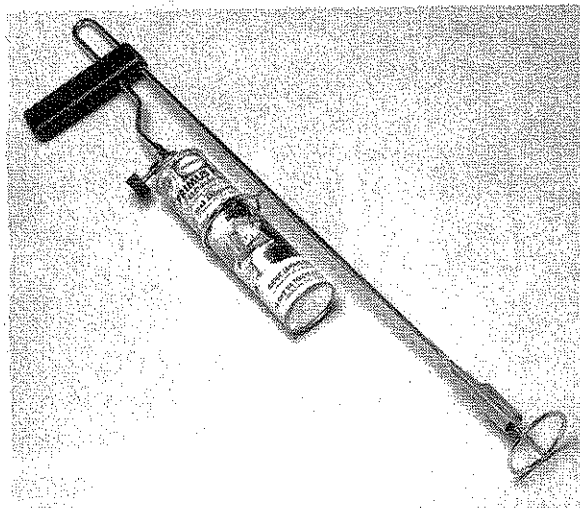


Figur 9.16 Traktorburen utrustning för bredflamning av ogräs. Agroflame 3000 med 3 st liggande M16 flaskor (Foto: Primus).

Primus säljer även en handburen "ogräsbrännare" med kraftig mjuklåga (figur 9.17). Brännaren har handtag med sparlågeventil. Det speciella med brännaren är att primärluftintaget (där gasen blandas med luft) sitter ända uppe vid handtaget. Detta gör att flammen inte kvävs ens om man behandlar högvuxet ogräs. Ogräsbrännaren kostar ca 1000 Skr inkl. reduceringsventil men utan kärra för gasolflaskan.



Figur 9.17 Primus handburen ogräsbrännare med kärra för gasolflaskan (Foto: Primus)



Figur 9.18 Primus ogräsbrännare för mycket små ytor (Foto: Primus)

För amatörbruk och mycket små ytor, typ garageinfarter och plattgångar på villatomter, finns en speciell brännare (fig 9.18). Den är avsedd för engångsbehållare med 325 gram gasol-butan som räcker till drygt en timmes kontinuerlig drift och kostar ca 300 Skr.

### Övriga redskapssystem

Utöver de ovan beskrivna redskapssystemen finns det ytterligare några utländska och svenska tillverkare av flamaggregat. Se vidare i adressförteckningen, bilaga 3. De olika fabrikaten baseras mer eller mindre på samma principer. Herman Meyer's gasolbrännare är exempelvis nästan kopior av Reinerts system. De säljer även Reinerts produkter när deras egen tillverkning inte räcker till.

Det finns även svenska hjulburna redskap, lämpliga för mindre yrkesodlingar (figur 9.19). Många odlare med små arealer använder med gott resultat vanliga gasolhandblåslampor (Figur 7.2), som de bär i handen eller monterar på en kärra. Det pågår även utveckling av större traktorburna flamaggregat, som avses tillverkas på beställning (Danielsson, 1987).



Figur 9.19. Hjulburet flamaggregat lämpligt för mindre radodlingar. (Mauritz Johansson Smide, Ansarve).

### Hemmabyggen

Gasolaggregaten ser ofta ganska enkla ut. Många odlare lockas därför att själv göra redskap. Några bygger också egna gasolaggregat med brännare och övrig gasolutrustning ur standardsortimentet. Sådana hemmabyggen har dock ofta allvarliga brister ur säkerhetssynpunkt. Gasolläckage kan få förödande konsekvenser. Erfarenhet har också visat att det krävs många dyra arbetstimmar och skrotade prototyper innan man kommer fram till ett fungerande redskap. Som allmän regel gäller därför att i första hand använda beprövade marknadsförda utrustningar. De har förhoppningsvis redan haft sina barnsjukdomar och man får ett fungerande redskap redan från början.

### 9.6. Olika fabrikat - fotogendräft

Nästan alla flammansaggregat är gasoldrivna, men det finns två fabrikat i Sverige för fotogendräft.

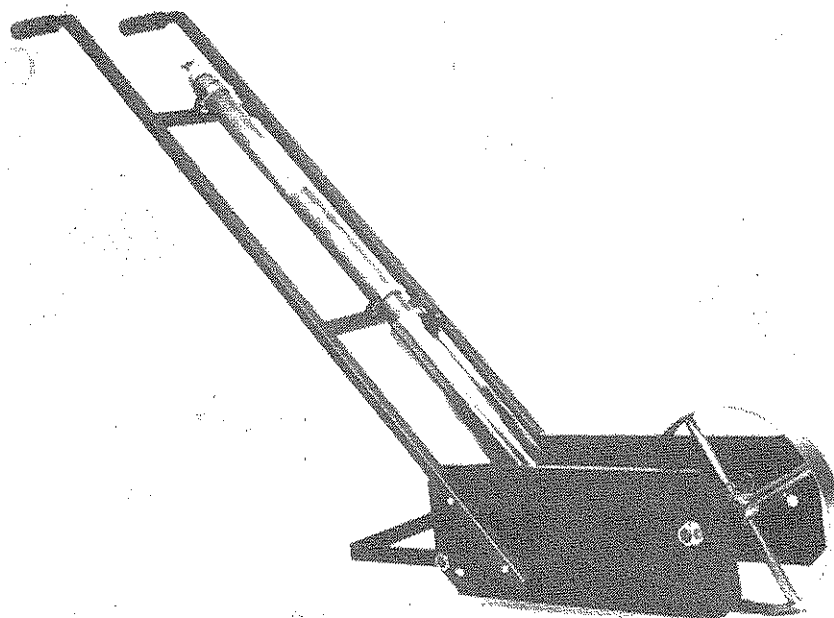
Fotogenbrännare fungerar i princip som en gasoldriven vätskebrännare. Fotogenen förångas före antändning i ett spiralformat förångningsrör som värms upp av flaman. Flaman är svår att få lika stabil som en gasolflamma. Rätt inställd brinner dock den förgasade fotogenen med en tämligen stabil flamma utan att lukta eller sota.

En nackdel med fotogenbrännare är att förångningsspiralen måste förvärmas innan den kan tändas. Förvärmningen kan ske med en liten gasol- eller spritlåg. Liksom med vätskebrännare för gasol brinner flaman en stund efter det att bränslet stängts av.

Fördelar med fotogen är att den är relativt billigt (något dyrare än dieselolja) och kan lagras i vanliga dunkar. Värmevärdet är ungefär lika med gasolens (tabell 5.1).

### Emidal-Produkter

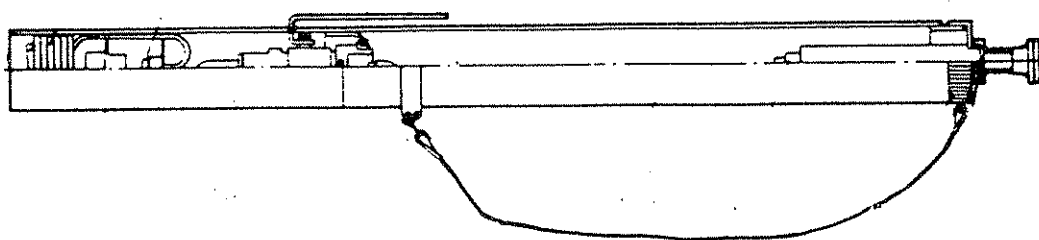
Det svenska företaget Emidal-Produkter tillverkar och säljer en fotogen-driven brännare under namnet "Heatfighter nr 1", som hålles i handen eller monteras på en liten kärre med en arbetsbredd på 20 cm (figur 9.20). Brännarens handtag utgör samtidigt fotogenbehållare. Den rymmer 0,75 liter och brinntiden är ca 20 minuter. Trycket pumpas upp för hand. Enligt tillverkaren kan brännaren även drivas med kristallolja eller lacknafta. Brännaren kostar 1988 1500 Skr och vagnen 1000 Skr.



Figur 9.20 Fotogendriven brännare med vagn. Emidal-Produkter.

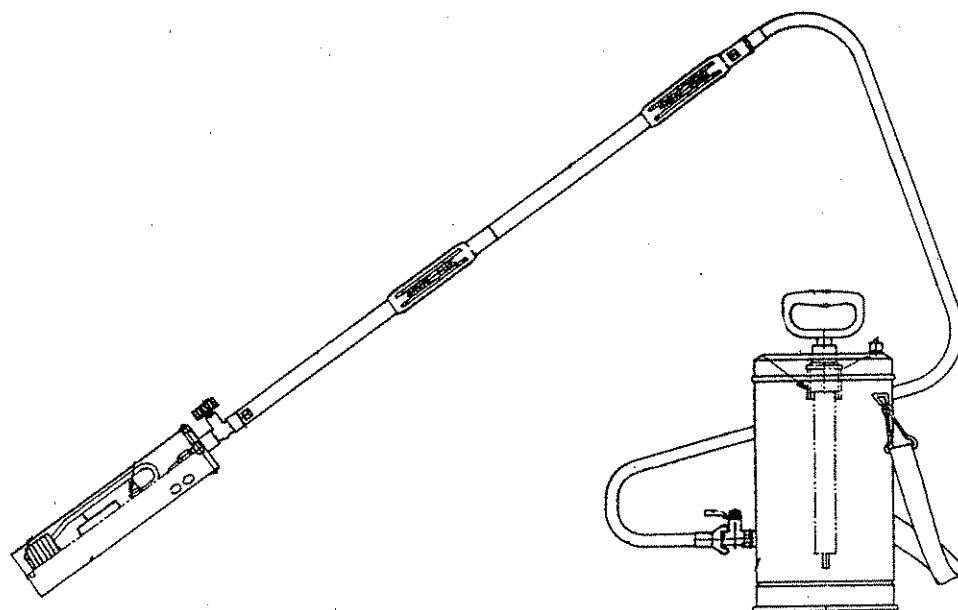
### Agentor

Det svenska företaget Agentor Nordic AB marknadsför tre olika modeller av fotogenbrännare, KY-1200, KY-1800 och KY-5000, där siffran står för tankens volym av fotogen i milliliter. De kostade 1988 1 615, 2 635 resp. 2 550 Skr. De två mindre modellerna ser till formen ut som ett rör, där fotogentanken samtidigt utgör handtag (figur 9.21). Brinntiden för dessa mindre modeller är 40 minuter, respektive en timme.



Figur 9.21. Fotogenbrännare för ogräsbekämpning. Agentor, KY-1800.

Den större brännaren KY-5000 har en separat fotogentank (figur 9.22). Liksom på de mindre brännarna pumpas trycket upp för hand. När väl brännaren är tänd, brinner den fint med en jämn låga utan att sota. Det är dock, som för alla fotogenbrännare, lite omständligt att tända brännaren eftersom förångningsspiralen måste förvärmas.



Figur 9.22. Fotogenbrännare med separat fotogentank. Agentor, KY-5000.

## 10. ARBETSTEKNIK VID FLAMNING

### 10.1 Viktiga grundförutsättningar

Vid övergång från kemisk ogräsbekämpning till att enbart använda icke-kemiska metoder krävs generellt noggrannare planering och mer arbete. Större vikt måste läggas på förebyggande och odlingstekniska åtgärder för att hindra ogräset. Möjligheterna att "reparera" tidigare försummade åtgärder är som regel mindre när man inte använder herbicider.

Termisk ogräsbekämpning är inget att ta till när allt annat misslyckats. Metoden ska istället användas som ett hjälpmedel i ett väl genomtänkt åtgärdsprogram. Flamning måste i de flesta fall kompletteras med andra åtgärder. I exempelvis grönsaksodling krävs i de flesta kulturer även mekanisk och manuell ogräsbekämpning. Val av tidpunkt när man sätter in de olika ogräsåtgärderna är också mycket viktig.

### 10.2 Förberedelser i fält

#### Viktigt med jämn markyta

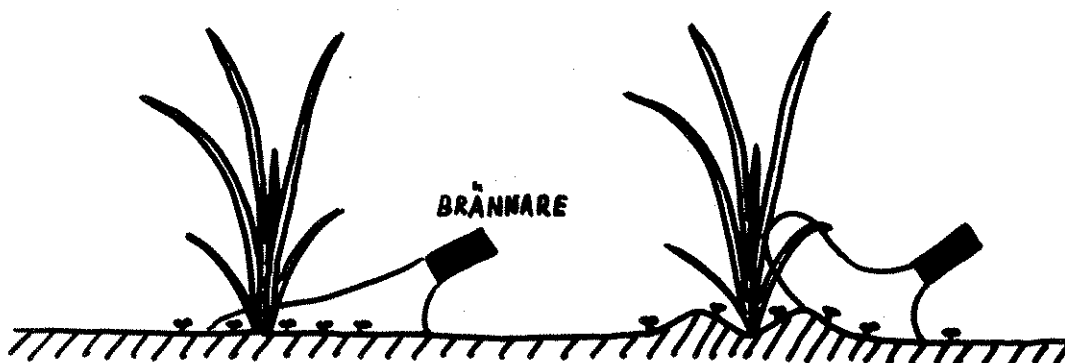
För att uppnå bra resultat av flamning är det viktigt att ha en så jämn markyta som möjligt. Jordklumpar, vallar och spår gör att flamman i sin utbredning över marken blir turbulent och reflekteras uppåt (Vester, 1984). Små ogräs bakom stenar eller i håligheter kan då klara sig. Enstaka ojämnheter har mindre betydelse för resultatet, men långsgående kammar och spår, som kan bildas av såmaskin, traktorhjul eller redarensare kan göra att flamman inte når ogräsen. Vid selektiv flamning kan även kulturväxten skadas genom att flamman studsar upp (fig. 10.1).

#### Börja med en relativt ogräsfri jord

Flamning är främst en metod mot små fröogräs. Eftersom flamning har begränsad effekt på rotoogräs, gräs och ogräsarter med rosettaktigt växtsätt, bör jorden vara relativt fri från sådana ogräs. Detta gäller speciellt vid grönsaksodling, där man har begränsade möjligheter att upprepa behandlingarna. I frukt- och bärödling samt i park- och gatumiljöer är det dock ofta dessa svårbekämpade ogräs som vallar problem.



Man får då inrikta strategin på att med upprepade behandlingar successivt trötta ut ogräsen. Det gäller dock även här att ogrässituationen måste vara under kontroll från början. Är så inte fallet bör man överväga mekaniska eller ev. kemiska metoder innan man påbörjar flamning.



Figur 10.1. Ojämn markyta med jordvall bredvid raden (till höger) kan göra att flammen reflekteras upp och skadar kulturväxten samtidigt som många ogräs klarar sig.

### 10.3. Lämplig tidpunkt för behandling

Den bästa tidpunkten för flamning avgörs från fall till fall beroende på väderlek, typ och storlek på ogräsen samt vid selektiv flamning även kulturväxtens utvecklingsstadium. Följande punkter skall beaktas:

#### Väderlekens inverkan

\* Flamning är mest effektiv vid varm, torr och vindstilla väderlek. Det är ofta idealiskt under soliga eftermiddagar, när bladen är torra och slappa. Vid varm och torr väderlek går det åt minst värme för att hetta upp ogräsen tillräckligt. Är ogräsen fuktiga måste vattnet på bladen först ångas bort, vilket kräver en avsevärt lägre körhastighet och högre gasförbrukning. Vid flamning i växande gröda bör man dock vara uppmärksam på att även risken för skador på kulturväxten är större vid torr väderlek.

\* Det bör inte blåsa för mycket vid flamning. Utrustning med oavskärmade brännare fungerar ofta bara vid lugna förhållanden. I blåsiga områden måste man därför ofta flambehandla på morgonen eller kvällen, för att överhuvudtaget kunna hålla flammorna brinnande. Brännare med effektiv avskärmning kan arbeta även i blåst

\* Risken för antändning av torrt material måste beaktas. Behandla inte vid fara för gräsbränder! Detta gäller särskilt vid upprepade behandlingar av flerårigt ogräs i frukt- och bärodling eller i stadsmiljöer. Torrt skräp och nervissnat ogräs från föregående behandling kan lätt fatta eld, särskilt vid varm och torr väderlek. För att förebygga antändning måste marken städas av före behandling. Vattensläckare ska alltid medföras.

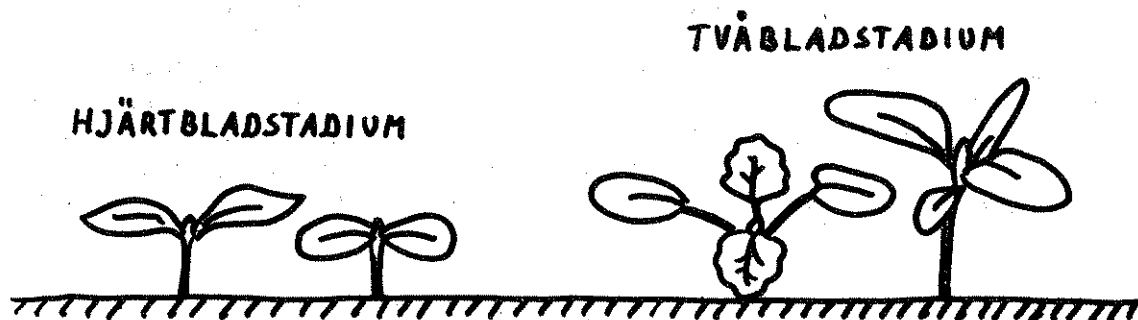
\* Nedvissningen av ogräsen efter flamning beror på väderleken. Vid vackert väder kan små ogräs förintas helt inom loppet av några timmar. Vid kall och fuktig väderlek kan nedvissningen ta flera dagar.



\* Återväxten av ogräs blir alltid större och snabbare vid hög markfuktighet och i övrigt goda tillväxtförhållanden.

#### Ogräsens och kulturväxtens utvecklingsstadium

\* Flambehandling är mest effektiv på små ogräs. De flesta ogräs är känsliga på hjärtbladstadiet eller i 2-bladstadiet (2 blad utöver hjärtbladen) (figur 10.2). Många ogräsarter kan behandlas framgångsrikt även i senare stadium med ökad värmedos. Ogräsen bör dock aldrig vara mer än ca 5 cm höga vid behandling. Se vidare avsnitt 4.4.



Figur 10.2. Flamning är mest effektiv mot mindre ogräs.

\* Vid selektiv flamning eller vid behandling nära kulturväxter är det helt avgörande att flamningen görs när ogräsen är små. Behandlingen kan då göras med låg värmedos, för att minimera påfrestningarna på kulturväxten. Se vidare under resp. växtslag i kapitel 11 och 12.

\* Om ogräsplantorna är stora kan det med hänsyn till bekämpningseffekt, gasförbrukning och skador på kulturväxt vara bättre att behandla två gånger med några dagars mellanrum, än att bara göra en kraftig behandling.

\* Ogräsarter med kraftigt rotsystem, förvedade stamdelar eller skyddade tillväxtpunkter behöver alltid flera upprepade behandlingar för att få varaktigt resultat.

#### 10.4 Inställning av utrustningen i fält

Vid varje användningstillfälle kan utrustningen behöva justeras till den aktuella situationen, beroende på bl.a. väderlek, typ och storlek på ogräs och markytans beskaffenhet. På vissa aggregat är t ex brännarvinkel och arbetshöjd fixerade, medan de är fritt ställbara på andra. Till varje utrustning bör det medfölja en bruksanvisning, med anvisningar för inställning vid olika förhållanden. Vid inställning av utrustningen bör man beakta åtminstone följande punkter:

\* Gasttrycket justeras. Till varje brännare skall finnas ett rekommenderat arbetstryck eller tryckintervall. På flertalet brännare till flamning är normalt arbetstryck 1,5-2 bar (0,15-0,2 MPa), men tryck mellan 0,8 och 4 bar förekommer. Trycket kan anpassas något till aktuell bekämpningssituation. På enstaka brännare (Catter) finns reglerbart primärluftintag, som justeras till aktuellt tryck, så att flaman brinner jämnt med en blåaktig flamkärna.

\* Brännarens avstånd till marken justeras. Höjden är fast inställd på vissa redskap och varierar mellan 5 och 20 cm på andra fabrikat. Avståndet kan behöva justeras beroende på brännarvinkel och flamlängd.

\* Brännarvinkeln justeras. Brännaren är fastmonterad på vissa redskap. På aggregat med vridbara brännare ska vinkeln ställas in olika vid flamning före grödans uppkomst och vid selektiv flamning. Se vidare i kapitel 8.

\* Avskärningsanordning kontrolleras. Avskärmning saknas eller är fast monterad på vissa redskap. Beroende på markytans beskaffenhet och vindförhållanden kan avskärmningen behöva ändras. Vid selektiv flamning kan ev. bladskyddsanordning vara aktuell. Se vidare i kapitel 8.

\* Körhastigheten justeras. Körhastigheten har avgörande betydelse för flammornas verkningsstid och måste alltid anpassas till varje utrustning och aktuell bekämpningssituation. Väderleken samt ogräsen storlek och täthet har som tidigare nämnts stor inverkan på körhastigheten. För olika utrustningar och situationer kan hastigheten variera från 1 till 9 km/tim, men ligger vanligen i intervallet 2 till 6 km/tim.

### 10.5 Anpassning av värmedosen med körhastighet och gastryck

Körhastigheten har stor betydelse för resultatet, eftersom den avgör hur länge flaman och hetluftzonen verkar på ogräsen. Värmedosen regleras vanligen med körhastigheten eftersom den är lätt att variera och har större betydelse än gastrycket. En halvering av körhastigheten innebär att varje ogräsplanta utsätts för värmen under en dubbelt så lång tid. Gasförbrukningen blir därmed också dubbelt så hög per ytenhet.

Gastrycket har relativt liten betydelse för effektuttaget. En ökning av trycket med 50%, från ex. 2 till 3 bar ökar bara effektuttaget med 22%. Gastrycket kan dessutom bara ändras inom ett visst intervall. Varje brännare har ett rekommenderat tryckområde. Vid det rekommenderade arbetstrycket, vanligen 1,5-2 bar, arbetar flaman jämnt och förbränningen blir optimal. Vid låga tryck under ca 1 bar börjar flaman bli ostabil och turbulensen ökar. Vid högre tryck än det rekommenderade blir förbränningen mer ofullständig. Äldre försök som refereras av Vester (1984) har visat att för många brännare ger en höjning av trycket över 2 bar inte större ogräseffekt.

### 10.6 Kontrollera effekten

Ogräsen skall aldrig hettas upp tills de svartnar eller förkolnar! Det är bara slöseri med energi och arbetstid. Ogräsen skall bara hettas upp så mycket att cellväggarna i bladen brister. Denna behandling gör att bladen torkar ut. Behandlingens fulla effekt syns således inte förrän efter några dagar. Den enda förändringen som syns direkt efter flamningen är att bladen förlorar sin spänst, blir mörkare gröna och ger ett slappt intryck.

Man kan kontrollera effekten med "fingertrycksmetoden". Ett blad kläms mellan tummen och pekfingeret. Om det blir ett mörkgrönt och blött märke är värmemängden tillräcklig (figur 10.3). Stora växter kan behöva ytterligare värme för att värmen ska tränga in i stänglar och i mitten på rosettväxande plantor. Fingertrycksmetoden är i praktiken det bästa sättet att avgöra brännarinställningen och körhastigheten. Man lär sig efterhand erfarenhetsmässigt vilken inställning som gäller vid olika väderlek och ogrässituationer, men inställningen kan alltid kontrolleras så här.



Figur 10.3. Genom "fingertrycksmetoden" kan flamningens effekt kontrolleras. Ett mörkgrönt blött märke av fingertrycket visar att behandlingen är tillräcklig. Behandlingens fulla effekt syns dock först några dagar efter flamningen.

#### 10.7 Rätt värmedos

Effekten av flamningen tycks vara en funktion av temperatur, verknings-tid och tillförd energi, kanske bäst uttryckt som en värmemängd. Den dödliga värmedosens storlek är mycket beroende på art och grovlek på växten. Uppgifter om temperaturer som måste uppnås i växten varierar från 94–110°C under 1/10 sekund för unga växtceller, upp till 300°C under 1 sekund för tjocka barkceller (Hoffmann, 1985). För att värmen ska hinna tränga in i växten till de enskilda cellerna och verka under tillräcklig tid, måste man i praktiken behandla med ett värmeöverskott.

Temperaturen under ett flamaggregat är vanligen ca 800–1000°C under drift. Enligt äldre amerikanska uppgifter (Thomas, 1964) räcker en verknings-tid på 0,065–0,130 sekunder för att döda de flesta små ogräs-plantor. Med en längd på flammkärnan av 10 cm motsvarar detta en körhastighet på 2,8–5,5 km/tim. Detta hastighetsintervall stämmer väl överens med vad man i praktiken kan uppnå med enkla oavskärmade brännare.

Om flammornas verkningslängd ökas kan också körhastigheten ökas. På de nya holländska modellerna har man placerat två brännare efter varandra eller använt kraftigare brännare med större flamlängd. Om flammornas verkningslängd ökades till 1 meter skulle körhastigheten med en minsta verknings-tid enligt ovan, teoretiskt kunna ökas till över 28 km/tim! I praktiken vållar dock fartvind och turbulens problem redan vid hastigheter över 6 km/tim.

På större ogräs behöver flammorna en längre verknings-tid för att värmen ska hinna tränga in i vävnaden på tjockare blad och stänglar, så att alla växtceller uppnår tillräcklig temperatur. I egna orienterande försök med en oavskärmad brännare som förbrukade 3 kg gas/tim gav behandling med 4 km/tim total effekt på fröogräs på 2–4 blad stadiet. En

vecka senare när ogräs på samma fält hade fått 7-10 blad fick verknings-tiden och gasåtgången fyrfaldigas, dvs hastigheten sänkas till 1 km/tim för att uppnå samma effekt på ogräset.

Vid behandling av ännu större och grövre växter behöver verkningstiden ökas markant. I holländska undersökningar av Vriesema (1985) med upp till 10-12 cm höga kålplantor som testväxter, behövdes en temperatur på 800-1000°C med en varaktighet på ca 1 sekund för att med säkerhet uppnå fullständig nedvissning. Se vidare om värmedos i avsnitt 4.3.

#### 10.8 Varför slocknar flammen?

Flammen kan slockna av olika anledningar. Gasolen brinner bara inom ett ganska snävt blandningförhållande med luft. För mycket eller för lite syre gör att flammen slocknar. Det kan med vissa brännare vara problem med tändningen. Felet avhjälpas som regel med att minska gasflödet vid själva tändningen.

När gasolflaskan frostar på grund av för stort effektuttag, sjunker trycket drastiskt och flammen slocknar lätt. Detta beror således inte på att gasolen är slut. När flaskan fått tina upp en stund, ger den åter tryck.

Vissa brännare slocknar lätt i blåst. Detta kan inträffa om de förbrända syrefattiga rökgaserna blåser tillbaka mot brännaren så att flammen kvävs. Vid flamning i högt ogräs eller när det är vått på marken, kan det bildas så mycket uppströmmande vattenånga att flammen kvävs. Bakåtriktade brännare och en låg brännarvinkel så att flammen och fartvinden för bort vattenången från brännarens mynning, förbättrar ofta driftsäkerheten. Man kan dessutom använda brännare med primärluftintaget ett stycke från brännarmynningen, så att brännarna ständigt har fri tillgång till syrerik luft (figur 7.5). Avskärmningen ska vara utformad så att rökgaserna förs från brännarna. Det kan som på Agro Dynamic PV 60 (figur 9.5) finnas en uppåtgående kanal i slutet av avskärmningen som drar ut de förbrända avgaserna.

#### 10.9 Risk för brand

Vid flamning i ettåriga fältgrödor, där fjorårets växtrester inarbetats i jorden, finns normalt ingen risk för antändning. Man skall dock absolut inte använda flamning på rena mossjordar.

Vid flamning i fleråriga grödor som frukt- och bärodling, finns det däremot ofta torrt gräs och annat material som särskilt vid torr väderlek lätt kan ta eld. Vid behandling på sådana ytor är det viktigt att städa av ytan före behandling samt undvika behandling vid risk för gräsbränder. Vattenspruta bör alltid medföras för släckning av pyrande grästussar och liknande.

## 11. GRÖNSAKER OCH LANTBRUKSGRÖDOR

I detta kapitel behandlas flamning i grönsaker, vissa jordbruksgrödor och specialgrödor där metoden kan vara aktuell. Först behandlas mer generellt olika möjliga användningsområden med flamning i olika stadier av en grödas utveckling, med angivelse av aktuella grödor. Här beskrivs också generella förhållanden som gäller för flera växtslag. I den andra delen (11.8) behandlas det som gäller speciellt för enskilda grödor. Vid läsning av avsnitt 11.8 kan man således behöva gå tillbaka till den generella delen för att få ytterligare upplysningar.

### 11.1 Viktiga förutsättningar

Vid odling utan kemiska ogräsmedel blir ogräsbekämpningen generellt dyrare och mer arbetskrävande. Flamning måste i de flesta grödor, i högre grad än vid kemisk ogräsbekämpning, kompletteras med maskinell radrensning och handrensning. Olika grundförbättrande och förebyggande åtgärder, som gynnar en snabb utveckling av kulturväxten och hindrar förökning av ogräs får större betydelse vid odling utan kemiska ogräsmedel. För att hindra förökning av vissa problemogräs är det också viktigt med varierad växtföljd, med både vår- och höstsådda grödor och gärna även flerårig vall.

Mekanisk ogräsbekämpning under vår och höst är viktigt både mot rotoogräs och fröogräs. Eftersom de flesta ogräs gror från de översta två centimetrarna i jorden, kan upprepade ytliga harvningar före sådd tömma jorden på en del ogräsfrö. För grödor som sås senare på våren eller försommaren kan man framgångsrikt med upprepade harvningar bekämpa fröplantor och locka nya ogräsfrön att gro. På många jordar är det dock risk för negativ jordpackning vid alltför många upprepade körningar.

Vid sådd av stråsäd och andra lantbruksgrödor med snabb uppkomst och stark konkurrensförmåga mot ogräs är det alltid gynnsamt om grödan gror snabbare än ogräset. I ett jämnt och kraftigt bestånd behåller kulturväxten då detta försprång hela säsongen och ogräsen blir undanträngda. Vid sådd av rotfrukter och grönsaker blir resonemanget annorlunda. Dessa grödor gror långsamt och växer dessutom långsamt i starten. Man kan här inte alls räkna med någon konkurrensförmåga att tala om under kulturväxtens första skede. Ogräsen måste därför mer eller mindre fullständigt avlägsnas i början på säsongen, dels för att ge kulturväxten livsutrymme och dels för att hindra senare fröspridning. Även ogräs som gror flera veckor efter grödans uppkomst växer ofta om

och konkurrerar ut kulturväxten, och sätter mängder av frö om de inte avlägsnas. Det krävs därför som regel vid grönsaksodling upprepade bekämpningsåtgärder mot ogräs särskilt under början av säsongen.

### 11.2. Ogräsbekämpning före grödans uppkomst

Flamning omedelbart före grödans uppkomst är den helt dominerande användningen av metoden inom grönsaksodling idag. Behandlingen riktar sig mot uppkomna fröogräs i groddplantstadiet. Metoden är beprövad och används som ett viktigt och arbetsbesparande hjälpmedel vid alternativ grönsaksodling. Metoden fungerar bäst vid relativt tidig sådd av morötter, lök, palsternacka och andra långsamt groende växtslag.

Flamning före uppkomst baseras på att många ogräsarter, speciellt vid relativt låg marktemperatur, gror snabbare än kulturväxten. Detta beror dels på att många ogräsarter gror vid lägre temperatur än kulturväxten, dels på att ogräsfröna ofta gror från ytligare jordskikt än de sådda fröna av kulturväxten. Det finns dock även ogräs som exempelvis Nattskatta (*Solanum nigrum*) som gror först vid högre marktemperatur och därför som regel kommer upp efter grödans uppkomst.

### Ogräsens groning

Eftersom flamning inte har någon effekt mot ej uppkomna ogräs beror metodens långsiktiga effekt på hur mycket ogräs som gror före respektive efter grödans uppkomst.

Under normala förhållanden får man bäst effekt av flamningen före uppkomst vid tidig sådd i relativt kall jord. Vid gynnsamma förhållanden kan ogräsen börja komma upp redan efter ungefär en vecka, medan kulturväxten - beroende på växtslag - kan ligga i jorden upp till 2-3 veckor. Under normala förhållanden är det dock vanligen bara några enstaka dagar mellan ogräsens och kulturväxtens uppkomst. Normalt sett kommer merparten av första omgången ogräs upp före grödan vid tidig sådd av exempelvis morötter.

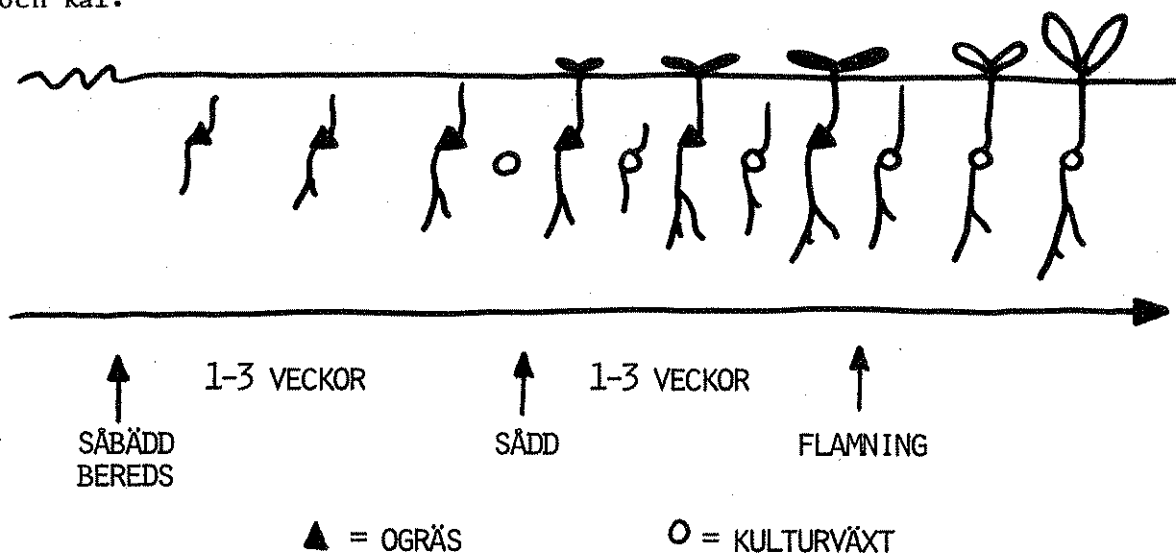
En del odlare har däremot bittert erfarit att vid mycket tidig sådd och ihållande kyla efter sådd, kan ogräsen komma upp nästan samtidigt som grödan (Bendelin, 1987; Rundgren, 1987). Detta kan förklaras av att vid kylig väderlek är skillnaderna mellan dag- och nattetemperatur relativt små. Starka dygnsväxlingar i temperatur i det översta markskiktet brukar påskynda att groningsvilan bryts hos ogräsfrön. När denna växeltemperatur är svag fördröjs ogräsens uppkomst i förhållande till ogräsen. Därför kan det "märkliga" faktum inträffa att ogräsen kommer upp efter kulturväxten, trots tidig sådd.

Vid senare sådd i varmare jord på försommaren gror både ogräs och kulturväxt snabbare, vilket får till följd att tiden mellan ogräsens och kulturväxternas uppkomst minskar. Behandlingstidpunkten blir då mycket kritisk, vilket odlare som sår t ex morötter i omgångar ofta erfar (Morez, 1985). Det kan också inträffa att merparten av ogräsen gror efter grödans uppkomst på grund av exempelvis ytlig torka efter sådd.

Eftersom man i många grödor endast har möjlighet att flambehandla före uppkomst, är det av mycket stor betydelse att denna behandling blir så effektiv som möjligt.

## Fördröjd sådd

För att få så mycket ogräs som möjligt att gro före grödans uppkomst använder många alternativodlare s k fördröjd sådd. Den slutliga såbädden görs då i ordning en tid före planerad sådd, om möjligt 1-2 veckor före sådd. Sedan sår man direkt utan att bearbeta jorden på nytt. Härigenom hinner fler ogräsplantor komma upp före grödan (fig 11.1). Fördröjd sådd kan dock inte rekommenderas generellt. På lätta jordar och i områden med försommartorka kan försenad sådd ge dålig uppkomst. Genom fördröjd sådd, eventuellt med påföljande bevattning, får många odlare ett bra resultat av flamning före uppkomst även med mer snabbgroende grödor som rödbetor och kål.



Figur 11.1. Principen för flamning i samband med fördröjd sådd.

Några odlare låter jorden ligga så länge efter såbäddsberedning att första omgången ogräs hinner gro före sådd. De gör då en flamning omedelbart före sådd och sedan ytterligare en behandling före uppkomst.

Det är mycket viktigt att man får ett jämnt såbruk för att flamningen skall lyckas. En noggrann sådd på jämnt djup är en förutsättning för enhetlig uppkomst över hela fältet. Jämn markyta är också mycket viktigt. Vid ojämn markyta blir flamman turbulent och ogräs i håligheter kan överleva.

## Rätt tidpunkt för flamning

Tidpunkten för flamning före uppkomst har alltid avgörande betydelse för resultatet. Detta gäller speciellt när merparten av ogräsen hinner upp bara någon enstaka dag före grödan. Man vill vänta så länge som möjligt med behandlingen för att så många ogräs som möjligt skall hinna komma upp. Man tar emellertid då också risken att en morgon bli överrumplad av att en stor del av grödan kommit upp över natten eller att regn eller hård bläst kan omöjliggöra behandling dagen före uppkomst.

Det finns olika metoder att avgöra tidpunkten för grödans uppkomst. Det går inte att fastställa ett bestämt antal dagar från sådd till uppkomst, eftersom växtslag, sort, såtid, sådjup, marktemperatur och lokala markförhållanden skapar stora variationer i uppkomsttid. Morotsfrö kan exempelvis ligga i jorden upp till tre veckor vid sådd tidigt på våren, men gro på mindre än en vecka vid senare sådd. Som huvudregel gäller att utgå från tidigare års erfarenheter och att studera uppkomsten i fält en

eller två gånger dagligen när tiden börjar närma sig. Genom att söka i såraden efter groende frön får man en god uppfattning om när uppkomsten sker. En del odlare lägger efter sådd ut en ram med en glasskiva över några rader, för att skapa ett drivhusklimat. När grödan börjar komma upp under glaset kommer grödan upp på resten av fältet någon dag efteråt. Andra odlare menar att "glasskivemetoden" är alltför osäker och litar mer på att leta i såraden efter spirande groddar.

Ytterligare ett hjälpmedel för att bestämma uppkomsttiden är att blanda i små mängder av ett mer snabbgroende växtslag, t ex sallatsfrö. Man har då också plantor att styra efter vid behandlingen före uppkomst.

Är man osäker på bestämningen av uppkomsten eller riskerar dåligt väder vid uppkomst, kan det vara säkrare att göra en behandling några dagar för tidigt och sedan eventuellt ytterligare en behandling vid behov, än att missa behandlingen helt och hållet.

Man kan i de flesta fall vänta med flamningen till dagen före grödan börjar komma upp. Flamningen kan göras så sent som några timmar före grödans uppkomst, när groddarna är precis under markytan, utan att de tar skada. Man kan i vissa grödor som morötter vänta tills efter den dag då enstaka morötter börja sticka upp. Huvudparten av morötterna gror då 2-3 dagar senare (Vester, 1984). I grödor med snabbare och jämnare uppkomst som t ex rödbetor bör flamningen för säkerhets skull alltid göras före begynnande uppkomst.

Några odlare ökar utsädesmängden något och väntar sedan medvetet tills grödan börjar komma upp. De accepterar då att flamma bort en del kulturväxter för att i gengäld kunna vänta ytterligare någon dag med flamningen, och därmed få bort fler ogräs. Det finns dock odlare som i speciella situationer har noterat värmeskador på rödbetors hjärtblad efter flamning på fält med mycket grov markstruktur i ytan och med groende plantor strax under markytan.

Det är viktigt att bekämpa ogräset i rätt stadium. Ogräsen är som regel känsligast i hjärtbladstadiet eller med högst två örtblad (tabell 4.1). Vid tidig sådd av långsamgroende grödor, kan ogräsen redan ha passerat sitt känsligaste småplantstadium vid grödans uppkomst. Det krävs då större värmedos för att ogräsen ska vissna ner, men framförallt dör många ogräsplantor inte helt av behandlingen utan kommer igen. Det kan därför vid lång uppkomsttid vara bättre att göra två flamningar före uppkomst, varav den första görs när merparten av ogräsen är i hjärtbladstadiet eller med högst 2 örtblad och den andra strax före uppkomst. I några grödor som lök, majs, och potatis kan behandlingen vänta tills strax efter uppkomst (se vidare i avsnitt 11.3).

### Resultat av behandlingen

Effekten på ogräsen varierar mycket beroende på gröda och markförhållanden. Många odlare uppger att vid flambehandling före uppkomst i morötter minskar vanligen både ogräsmängden och arbetstiden för handrensning med ungefär hälften, men stora variationer förekommer både uppåt och nedåt. En halvering av arbetstiden innebär i runda tal 100-150 timmar per hektar istället för 200-300 timmar per hektar (figur 11.2).

På jordar med mycket ogräs och god markfuktighet kan behandlingen före uppkomst minska ogräsmängden med så mycket som 80% (Ascard, 1987a). Bekämpningseffekten blir inte så markant. Oftast får man en halvering av ogräsantalet genom flamning före uppkomst. I vissa fall har det knappast



kommit upp några ogräs när grödan kommit upp. Det behöver dock inte vara särskilt mycket ogräs för att en behandling ska vara motiverad.



Figur 11.2 Flamning före grödans uppkomst i morötter och andra rotfrukter minskar behovet av handrensning, men det krävs ändå många arbetstimmar för att rensa ogräs.

Vid flamning före uppkomst behandlar de flesta odlare bara ett 10-20 cm smalt band över raden för att minska gasolförbrukningen. Mellan raderna klaras då ogräsen med mekanisk radrensning.

För att minska arbetsåtgången för handrensning av ogräs är det av yttersta vikt att vid efterföljande radrensningar komma så nära raden som möjligt utan att skada grödan. Det kan för denna skull vara intressant att så med smal bill för att vid maskinell radrensning få bort så mycket ogräs som möjligt. Förbättring av radrensningstekniken genom användning av effektivare bearbetningsverktyg (Ascard, 1986; Kress, 1987)), styranordningar och plantskydd är också viktiga åtgärder för att minska tidsåtgången för handrensning (Hoffman & Geier, 1987).

### 11.3 Ogräsbekämpning strax efter grödans uppkomst

I några grödor med värmetoleranta blad eller skyddad tillväxtpunkt som majs, lök, potatis och stråsäd, kan flammningen vänta tills strax efter uppkomst, när grödan är ett par cm hög. Flammorna verkar då direkt över raden mot både gröda och ogräs. Den del av grödan som är ovanför markytan blir vanligen mer eller mindre intorkad efter behandling, men eftersom tillväxtpunkten överlever växer plantan vidare.

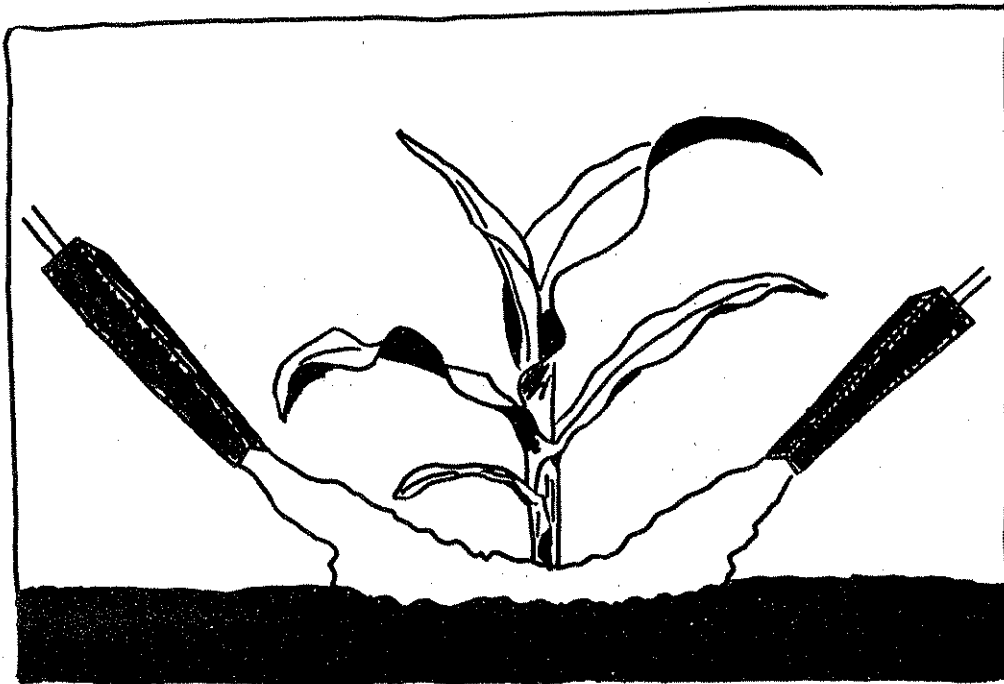
Flamning omedelbart efter uppkomst är således en form av selektiv flambehandling. Grödan blir tillfälligt hämmad av behandlingen, men minskad ogräskonkurrens bidrar till att man i många fall inte kan utläsa någon avkastningsminskning vid skörd (Vester, 1986; Geier & Vogtmann, 1986). I stråsäd kan behandling efter uppkomst göras utan väsentlig avkastningsminskning, men skörden försenas cirka en vecka (Schmid & Steiner, 1987). Flamning strax efter uppkomst kan även fungera i sådd lök och i bönor i hjärtbladstadiet (Hoffman, 1985; Vester, 1984, 1987ab).

Ogräsen bör vara små vid behandling för att kunna använda så låg värmedos som möjligt och därigenom minska påfrestningen på grödan. Om grödan har lång uppkomsttid kan det därför vara en fördel att göra en behandling före grödans uppkomst och sedan ytterligare en behandling efter uppkomst.

#### 11.4 Selektiv ogräsbekämpning i raden i växande gröda

Vid selektiv flamning i raden utnyttjas skillnader mellan ogräsens och kulturväxtens värmeterolerans. Blad är generellt känsligare än stänglar och stamdelar. Den nedre stamdelen på äldre vedartade växter och fler örtartade växter tål efter ett visst utvecklingsstadium, ca 15-25 cm höjd, en kort exponering för flammor. Detta förhållande utnyttjas genom att flammorna vid selektiv flamning endast träffar den nedre delen av stammen på kulturväxten (figur 11.3). Metoden förutsätter således radodlade grödor med stort radavstånd, att kulturväxten är relativt hög och har en tålig stamdel samt att ogräset är litet.

Selektiv flamning används idag mest i majs och lök. Vid behandling av exempelvis majs torkar vanligen de nedersta bladen in efter behandling, men kärldrängarna i stjälken skyddas av de yttre bladen.



Figur 11.3. Principen för selektiv flamning i växande gröda. En flamma från varje sida sveper in i raden så att endast den nedre tåliga delen av stammen träffas.

Selektiv flamning i växande gröda används ganska lite idag, men var det huvudsakliga användningsområdet för metoden under 50- och 60-talet. Metoden användes då i USA i bomull, fodermajs, sojabönor och andra grödor som relativt snabbt utvecklar en hög och tålig stjälk (Vester, 1984). Den mesta forskningen och den mest utbredda användningen av flamning överhuvudtaget har varit till selektiv flamning i bomull (Kepner et al, 1978).

Det är mycket viktigt att markytan är jämn längs raden vid selektiv flamning. Längsgående vallar längs raden gör att flammen studsar upp och kan skada kulturväxten. För att metoden ska ha förutsättningar att lyckas i örtartade kulturväxter måste ogräsen vara mycket små, helst i hjärtbladstadiet. Om ogräset blivit för stort är det bättre att göra två milda flamningar med några dagars mellanrum än en kraftig behandling med risk för skada på kulturväxten.

Innan grödan är tillräckligt stor för att tåla flamning måste ogräset i raden åtgärdas med manuella eller eventuellt kemiska metoder. Detta är fallet i sådd lök och betor. I några grödor som sättlök, majs och potatis kan ofta hela ogräsbekämpningen under kulturtiden klaras med en kombination av termiska och mekaniska metoder.

Selektiv flamning är ett precisionsarbete, som kräver god kunskap om metoden, behandling i rätt stadium, noggrann inställning, jämn markyta och god markföljsamhet hos brännarna. Selektiv flamning innebär risk för skador på kulturväxten. Grödans och ogräsens stadium samt noggrannheten vid behandling avgör resultatet. Behandlingen kan innebära skördeminskning (Vester, 1984, 1987) speciellt vid behandling i tidigt stadium hos grödan. Det finns också andra försök som visar att behandlingarna emellertid kan göras utan skördeminskning (Geier & Vogtmann, 1986; Vester, 1984; Ascard, 1988b).

Alternativodlare som behärskar metoden använder selektiv flamning i lök, purjo och majs. Mindre odlare använder ofta vanliga handbrännare som riktas snett ner mot raden och behandlar då en sida av raden i taget.

De redskap för selektiv flamning som säljs idag (Reinert och Biofarm) används främst till fodermajs och har inga bladskydd. I lägre grödor och vid behandling i tidigt stadium behövs ofta någon form av skydd för kulturväxten. Olika brännarinställningar och bladskyddsanordningar behandlas vidare i avsnitt 8.4.

De körhastigheter man normalt använder och som rekommenderas i litteraturen ligger i intervallet 3-5 km/tim, och varierar beroende på brännare, gröda och ogräs (Hoffman, 1985; Vester, 1986, 1987). Det förekommer också äldre amerikanska uppgifter om körhastigheter på upp till 9,5-11 km/tim vid selektiv flamning (Vester, 1984).

När det i det följande avsnittet 11.8 talas om selektiv flamning är det således behandling med den här beskrivna metoden, med två brännare per rad där flammorna sveper under bladen och in i raden. I de danska (Vester, 1986ab, 1987ab) och svenska försök (Ascard, 1987a, 1988b) som refereras har dessutom använts bladlyftare och bladskydd i form av keramiska fiberplattor (figur 8.8).

### 11.5 Ogräsbekämpning mellan raderna

Flamning mellan raderna, även kallad termisk radrensning, kan vara intressant på fuktiga eller mycket steniga jordar, liksom på lätta sandjordar och mulrika jordar, där mekanisk radrensning inte fungerar bra. Flamning som radrensning kan också vara intressant om man vill undvika att bearbeta jorden för att inte skada rötterna eller stimulera nya ogräsfrön till att gro. Erfarenheter från Danmark tyder på att man kan minska antalet behandlingar med flamning jämfört med mekanisk radrensning (Vester, 1987b). På en del jordar kan dock mekanisk radhackning behövas för skorpobrytning och luckring. Flamning är också dyrare än mekanisk radrensning. Metoden används i viss utsträckning i Holland och används i Sverige av en del alternativodlare under våta år när radhackningen inte fungerar.

Termisk radrensning med ett redskap från Catter provades under 1987 i sockerbetsodling i Sverige (figur 9.13). Flamning användes i kombination med bandsprutning med herbicider. Ett 33 cm brett band flambehandlades mellan raderna. Undersökningen visade att man med den använda utrustningen kunde få god effekt med en körhastighet på 3-6 km/tim, där hastigheten bestämdes av ogrässtorleken. Gasförbrukningen var 23-46 kg/ha behandlad yta (15-31 kg/ha odlad yta vid en behandling av 2/3 av ytan). Om tekniken utvecklas vidare kan den ge möjlighet att framgångsrikt tillämpa bandsprutningstekniken även på arealer där man idag bredsprutar på grund av att mekanisk radrensning inte ger tillfredsställande resultat (Ascard et al, 1987).

### 11.6 Blastdödning före skörd

Flamning som blastdödning har använts främst i potatis och kan där användas ensamt eller i kombination med mekaniska metoder. Syftet med blastdödning i potatis kan vara ett eller flera av följande: avbryta tillväxten, öka skalhållfastheten, underlätta skörd, och hindra spridning av sjukdomar (brunröta eller virus). Fördelar med termisk blastdödning är att man undviker risk för restsubstanser från kemisk blastdödning i skördeprodukterna. Man får också snabbare nedvisning jämfört med kemisk blastdödning (Hoffman, 1985).

Blastdödning med flamning har under 70-talet använts kommersiellt till utsädes- och matpotatis i Holland. Ett redskap med arbetsbredd på 7 m behandlade 360 ha under ett år. Konservindustrin i Holland använde till lökodling vid samma tid sju maskiner med 7 m arbetsbredd för att behandla lökblast (Hoffman, 1985). Under 1986 har blastdödning i potatis provats i större skala i Holland och Schweiz. Blastdödning i potatis och lök beskrivs närmare i avsnitt 11.8.

Flamredskap avsedda för ogräsbekämpning har ofta inte tillräcklig effekt för blastdödning. Till skillnad från ogräsbekämpning handlar det här om kraftig växtmassa med tjocka blad och stjälkar, och höga täta bestånd om inte först krossar blasten. För att uppnå god nedvisning, hög kapacitet och rimlig gasförbrukning krävs därför speciellt anpassad utrustning för blastdödning.

Till blastdödning har använts kraftiga brännare med stora lågor som tränger ner i beståndet. I äldre holländska undersökningar med blastdödning i potatis använde brännare med flamlängder på 1,5 meter! (Philipson, 1970). I nya danska undersökningar (Vester, 1986ab, 1987b) har bra resultat uppnåtts med brännare med flamlängder på ca 50 cm (och gasolförbrukning på 45-50 kg/tim per meter arbetsbredd), genom att använda en

förbom ("crop opener") som fäller blasten. För att förbättra verkningsgraden används en isolerad skärm över brännarna.

Det finns ett holländskt flamaggregat (Agro Dynamic LB 3,2) som är avsett för både ogräsbekämpning före grödans uppkomst och blastdödning i potatis. Kedjeridån som sluter tätt mot marken kan bytas ut så att det passar både slät mark och drillarna på en potatisåker.

Det har tidigare varit problem med att redskapen haft för låg avverkning och att energiåtgången varit för hög. I äldre holländska undersökningar finns uppgifter om energiförbrukning på 300-1000 liter olja per hektar (1 kg gasol motsvarar 1,3 liter dieselolja) (de Leeuw, 1971, 1972). I danska undersökningar med en annan typ av utrustning (figur 9.1) har man kommit ner i energiförbrukning på under 100 kg gasol per hektar. Mekanisk krossning av blasten i potatis före värmebehandling har i danska försök bara gett en begränsad minskning av energiåtgången. Körhastigheten på det senast utvecklade redskapet från Danmark, har vid blastdödning uppgått till 6 km/tim (Vester, 1987c)

Utöver potatis och lök borde det i en del andra grödor vara möjligt att använda termisk bladdödning i dåligt mognad gröda, i mogna grödor som börjat växa om och bildat grönskott, eller i gröda som invaderats av snabbt växande ogräs. På motsvarande sätt som när man med kemiska medel avdödar baljväxter till utsäde, fröklöver, vitklöver, bruna bönor, ärtor och oljeväxter, som har fröna inneslutna i baljor och skidor, skulle termisk blastdödning med ånga eller flammor i princip kunna användas. Gröna växtdelar vissnar ner och skörden underlättas. Flamning kan även förväntas ha en viss effekt på omogna ogräsfrön, se vidare avsnitt 4.5.

Förtorkning av grönfoder, ensilage och hö med flammor eller vattenånga eller rökgas har undersökts i Holland (Philipsen, 1970). Vatteninnehållet i en gröda halverades genom avdunstning på några timmar efter behandlingen. Värmebehandlingen orsakar cellsprängning, som gör att växten torkar ut. Efter behandling bör grödan stå några timmar innan den slås av.

Det är svårt att få flammorna att tränga ner i en hög och tät gröda utan att samtidigt bränna bladtopparna. Detta är av särskild betydelse vid förtorkning där bladen ska tas tillvara. Vid flamning uppstår också problemet att torrt material på fältet kan fatta eld. För bladdödning i höga täta bestånd och där det finns torrt antändbart material på fältet kan därför vattenånga vara lämpligare än flamning.

De största fördelarna med ånga, jämfört med flamning är enligt holländska undersökningar (Philipsen, 1970) halverad bränsleförbrukning och säkrare och effektivare behandling av grödan. Denna kan behandlas under en längre tid utan att bladtopparna bränns. Man kan då även göra en andra behandling utan att nedvisnade blad från förra behandlingen tar eld. Den kanske största och avgörande nackdelen med ånga är att kapaciteten hos hittills provade redskap blir oacceptabelt låg och att redskapen blir stora och klumpiga. I norska försök med blastdödning i lök användes t.ex ett ångaggregat med 1,1 m arbetsbredd som vägde 1 ton. Körhastighet var endast 0,5 km/tim och avverkningen 550 kvadratmeter per timme. Gasolåtgången var dock lägre med ånga, 200 kg/ha, jämfört med 280 kg/ha med flamning. (Holmøy & Hoftun, 1980).

### 11.7 Bladdödning och ogräsbekämpning efter skörd

Flamning kan i vissa situationer användas efter skörd för bladdödning, ogräsbekämpning och även sjukdomsbekämpning. I Holland har t.ex flamning använts i mindre skala i gräsfrövallar på sensommaren (Hoffman, 1985).

På 60-talet provades Tyskland flamning i stubben på tröskade stråsädesfält efter att halmen bärgats. Flera brännare placerades intill varandra och monterades bredvid plogen, så att hela markytan behandlades före plöjning. Behandlingen ansågs ha effekt mot ogräsfrön på markytan (Preuschen, 1968). Norska försök av Fykse (1985b) tyder dock på att flamning överlag har svag effekt mot ogräsfrön och metoden torde idag ha litet praktiskt intresse.

I Danmark har det gjorts orienterande försök med flambehandling av gräslök med avsikt att få effekt mot rost på bladverket. Flambehandlingen utfördes på hösten, men gav så stor hämning att det knappt blev någon skörd året efter (Vester, 1984).

Andra tillämpningar för flamning efter skörd är i odlingar av fleråriga kulturer t ex sparris, jordgubbar, blåbär, lingon och blomsterlök. Målet med behandlingen kan här vara att få bort ogräs, föryngrä kulturväxten och möjligen få effekt mot vissa växtsjukdomar.

### 11.8 Flamning i enskilda grödor

I följande avsnitt presenteras försökresultat och erfarenheter som gäller specifikt för enskilda växtslag. Generella saker som gäller flera grödor har tidigare behandlats i avsnitten 11.1 till 11.7.

#### Morot

Flamning före uppkomst i morotsodling är den arealmässigt mest betydande användningen av metoden idag. I morötter kan endast flamning före uppkomst rekommenderas. Äldre undersökningar med flamning i växande morotsgröda har gett nedslående resultat (Vester, 1984). När morötterna är så stora att de eventuellt skulle kunna tåla selektiv flamning har morotsbeståndet en så bra ogräskonkurrerande förmåga att flamning är ointressant.

Resultatet av flamning före uppkomst varierar mycket från fall till fall. I ett försök på en mycket ogräsbemängd sandjord erhöles mycket god och varaktig effekt (tabell 11.1). Vid flamningen fanns rikligt med fröogräs, de flesta i hjärtbladstadiet, etternässlor dock upp till 2-bladstadiet. Tre dagar efter flamningen var bekämpningseffekten så gott som 100% i det flammade ledet. Ogräsen som redovisas för det flambehandlade ledet är räknade fem dagar efter behandling grodde således efter flamningen. Vid tidpunkten för handrensning var bekämpningseffekten fortfarande 87%, Herbicidbehandlingen med Afalon gav 99% effekt på ogräsen. Endast enstaka ogräs, främst korsört, överlevde behandlingen. Det obehandlade ledet var den 17 juni helt överväxt av 20-30 cm högt ogräs.

Tabell 11.1. Ogräsantal vid termisk och kemisk ogräsbekämpning i morötter. Flamningen utfördes före morötternas uppkomst och Afalonbehandling vid 1-2 bladstadiet. Medeltal av åtta ytor a 0,25 m<sup>2</sup> per behandling. Ogräsfloran i försöket dominerades helt av fröogräsens våtarv (*Stellaria media*), etternässla (*Urtica urens*), korsört (*Senecio vulgaris*) och svinmålla (*Chenopodium album*) (Ascard, 1987a)

Ogräsbekämpning i morötter, sådd den 6/5	Ogräs den 25/5		Ogräs den 17/6		Vikt g/m <sup>2</sup>
	st/m <sup>2</sup>	Antal rel.tal	st/m <sup>2</sup>	Antal rel.tal	
Flamning, 60 kg/ha, 20/5	42	4	122	13	57
Afalon, 1,6 kg/ha, 5/6	-	-	9	1	8
Obehandlat	994	100	954	100	3285
LSD <sub>95</sub> inkl. obeh.	346 **				
LSD <sub>95</sub> exkl. obeh.			72 *		37*

\* enstjärnig signifikans

\*\* tvåstjärnig signifikans

Normalt blir inte bekämpningseffekten lika hög och varaktig som i detta försök. Förklaringar till den höga effekten, i procenttal räknat, är att det var en extremt ogräsbemängd jord, lång uppkomsttid för morötterna, fuktigt i markytan efter sådd, men torrt i ytskiktet efter morötternas uppkomst. Även om det blev 87% bekämpningseffekt återstår ändå över 100 ogräs per kvadratmeter. Det krävs således ändå mycket handrensningsarbete.

Enligt odlarerfarenheter, utländska försök (Geier, 1986) och egna tidsstudier hos odlare (tabell 11.2) är det ganska vanligt att både ogräsantalet och arbetsåtgång för handrensning minskar med ungefär hälften efter flamning, men stora variationer förekommer både uppåt och neråt. I praktiken innebär detta att arbetstiden för handrensning av ogräs kan minska från storleksordningen 200-300 timmar till 100-150 timmar/ha. Vid kemisk ogräsbekämpning i morötter behövs dock ofta bara några timmars handrensning per hektar.

Tabell 11.2. Exempel på ogräsantal och handrensningstid i morötter med och utan flamning på en alternativt odlad gård (Lennart Anderberg Råkost AB, Borgeby) 19 juni 1986

Morötter	Arbetstid för handrensning		Ogräsmängd	
	minuter per 75 löpmeter	tim/ha (beräknat)	antal per löpmeter*	antal/m <sup>2</sup> (beräknat)
Flamning före uppkomst	14,2	70	11,8	118
Obehandlat	23,5	116	24,2	242

\* Medeltal av 5 räkningar a 1 löpmeter. Ogräsarter: Blåklint, Åkerviol, Våtarv, Åkersenap, Åkerbinda, Plister, Svinmålla, Penningört.

Vid flamning före uppkomst tar man ofta risken att flamma bort även en del morotsplantor. I ett tyskt försök gjordes flamningen före uppkomst i senaste laget, vilket medförde en uttunning av beståndet (tabell 11.3). Minskningen av plantantalet gav emellertid ingen avkastningsminskning. Plantreduktionen kompenseras i detta försök mer än väl av att morötterna efter flamning fick mindre ogräskonkurrens i småplantstadiet. Storleksfördelningen hos morötterna kan dock givetvis påverkas av en oavsiktlig plantreduktion vid flamning före uppkomst.

Tabell 11.3. Plantantal och skörd i morotsodling med och utan flamning före uppkomst (efter Geier 1986)

Behandling i morotsodling	plantantal/löpmeter	skörd/ton/ha
Flamning före uppkomst	41	49,6
Obehandlat (enbart mekanisk och manuell ogräsbekämpning)	53	48,1

### Betor

#### Rödbetor

I rödbetor kan ogräset flambehandlas före grödans uppkomst. Rödbetor har dock en snabbare och jämnare uppkomst än ex vis morötter, varför man bör vara mycket påpasslig med tidpunkten för behandlingen. Flera odlare uppger att de ofta blir överrumplade av att rödbetorna har kommit upp på stora delar av fältet över en natt.

#### Sockerbetor och fodersockerbetor

Flamning i sockerbetor kan göras före uppkomst, men uppkomsten är som regel så snabb att betorna kommer upp ungefär samtidigt som ogräsen. Sockerbetorna är sedan känsliga efter uppkomst och endast flamning mellan raderna med noggrant avskärmade flammor kan rekommenderas. Även vid en planthöjd på 15 cm leder flamning till hämning som kvarstår fram till skörd. När plantorna är större och mer tåliga är dock ogräset för stort (Engel, 1969).

Nya danska försök i fodersockerbetor har gett liknande resultat. Flamning i olika stadier från 10-12 cm höjd med 3 till 4,5 km/tim ledde till att de 2-3 nedersta bladen visnade. Samtliga bladstjälkar brunfärgades upp till 8 cm (Vester, 1986ab). Slutsatsen av försöken blev att vid 15-20 cm höjd (6 blad) kan betorna med försiktighet (40 kg/ha) flambehandlas selektivt. Eventuella skador på bladen tycks kunna kompenseras i stor utsträckning genom återväxt (Vester, 1987b).

Ett nyare tyskt försök med flamning i sockerbetor finns också refererat av Hoffman (1987). Där flamning hade ersatt kemisk ogräsbekämpning sjönk sockerskörden med 5-11%.



Flamning som radrensning i sockerbetsodling med ett redskap från Catter (figur 9.13) provades under 1987 i Sverige (Ascard et al, 1987). Metoden användes i kombination med bandsprutning med herbicider. Radavståndet var 50 cm och ett 33 cm brett band mellan raderna flambehandlades. Undersökningen visade att man med den använda utrustningen kunde få god effekt med en körhastighet på 3-6 km/tim och gasolförbrukning på ca 23-46 kg/ha, beroende på ogrässtorlek. Om tekniken utvecklas vidare kan den ge möjlighet att framgångsrikt tillämpa bandsprutningstekniken även på arealer där man idag bredsprutar på grund av problem med mekanisk radrensning.

### Bönor

Sojabönornas köttiga hjärtblad uppvisar en väsentligt större tålighet mot flamning än de tunnare örtbladen. Detta förhållande ger möjlighet till flamning omedelbart efter uppkomst. Äldre amerikanska undersökningar tyder på att sojabönor kan tåla selektiv flambehandling från 25-30 cm höjd utan skador eller nedgång i avkastning. Det finns även uppgifter om att sojabönor kan tåla flamning redan vid 5 cm höjd. Som vid all flamning i växande gröda gäller detta under förutsättning att inställningen avpassas noga och bladen kan skyddas i tillräckligt utsträckning. Vid felaktig behandling uppstår lätt skador och skörde-minskning (Vester, 1984).

### Kål

I många kålslag t ex vitkål, blomkål och salladskål är flamning knappast aktuell. Flamning före uppkomst är ofta ointressant på grund av snabb uppkomst eller för att kulturen planteras ut i fält. Det finns dock alternativodlare (Grimlund, 1987), som genom fördröjd sådd får bra resultat av flamning före uppkomst. Kålrot har däremot relativt lång groningstid och många odlare har, särskilt vissa år, goda erfarenheter av flamning före uppkomst i kålrot.

Selektiv flamning efter uppkomst är knappast aktuell i de flesta kålslag. När kålplantorna är tillräckligt stora för att tåla flamning har de ett utbrett växtsätt som försvårar flamning och dessutom konkurrerar de då också relativt bra mot ogräsen.

Grönkål har ett mer upprätt växtsätt som underlättar selektiv flamning. I danska försök (Vester 1986ab) gav selektiv flambehandling av grönkål vid 5-10 cm höjd med 4,5 km/tim (44 kg gasol/ha) obetydliga skador. Körhastigheten 3 km/tim (66 kg/ha) gav däremot betydande skador. Vester (1987b) anger som slutsats att vid 10 cm höjd kan kål flambehandlas med låg intensitet (40 kg/ha) och från 15-20 cm höjd med "normal intensitet". Gasolåtgången avser samtidig flamning även mellan raderna.

### Lök

#### Sådd lök

I sådd kepalök kan ogräset flambehandlas före lökens uppkomst och sedan igen med selektiv flamning från 15-20 cm höjd. Innan löken mår detta stadium, måste normalt en handrensning göras. Även efter den selektiva flamningen kan en kompletterande handrensning behöva göras.

Det finns även försök (Ascard, 1988b) och erfarenheter som visat att löken kan behandlas efter uppkomst i bygelstadiet, upp till ca 1 cm höjd utan avkastningsminskning. Det är emellertid viktigt enligt Vester (1987b) att endast det första hjärtbladet är uppkommet. Hjärtbladet vissnar då ner mer eller mindre, men eftersom tillväxtpunkten är under markytan kan plantan växa vidare. I andra försök har däremot både ogräset och löken dött eller blivit kraftigt hämmade av behandling i bygel- eller vimpelstadiet (Castille & Ghesquiere, 1984; Ascard, 1987a).

Förklaringen till dessa motstridiga resultat ligger förmodligen i hur väl man behärskar metodiken. Enligt Vester (1987c) är det viktigt att behandlingen sker före första bladet efter hjärtbladet kommer över markytan. En annan förutsättning för att behandlingen ska lyckas är att ogräset är litet, helst i hjärtbladstadiet, så att minsta möjliga värmemängd kan användas. På så sätt blir påfrestningen på löken så liten som möjligt. Om lökens uppkomsttid är lång kan det därför vara motiverat att först göra en flamning före uppkomst och sedan vid behov göra ytterligare en behandling i lökens bygelstadium.

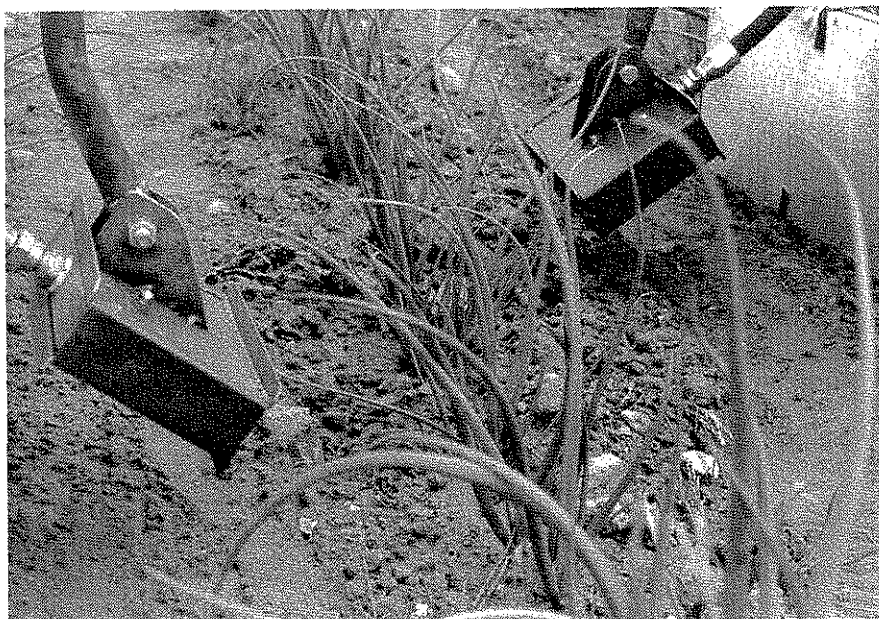
Flambehandling efter uppkomst i lökens bygelstadium kan leda till allvarliga skador på löken och kan därför inte generellt rekommenderas. Endast odlare som behärskar flamningen väl, bör med stor försiktighet prova metoden. Eventuell skördesänkning får vägas mot inbesparad kostnad för handrensning.

I äldre amerikanska undersökningar hävdas att sådd lök kan behandlas när denna är 7,5-12,5 cm hög. Flera brännare monterades då parallellt direkt över raden, och riktades i 45° vinkel snett bakåt. Vid denna storlek blev hela toppen brun, men nya blad växte fram inom tre-fyra dagar (Bowser, 1963). Den hämning som uppstår torde dock leda till missväxt på grund av vår kortare säsong.

Svenska och danska försök har visat att från 15-18 cm lökhöjd och senare tål löken selektiv flamning (figur 11.4) utan avkastningsminskning under förutsättning att brännarinställning och värmedos anpassas nog (Ascard, 1988). Selektiv flamning måste utföras när ogräset är litet, så att värmemängden kan reduceras till ett minimum. I danska försök (Vester, 1986ab) där man använde cylindriska brännare med gasförbrukning på 2 kg/tim, gav en körhastighet på 3 km/tim (66 kg/ha) kraftig hämning på 15-18 cm hög lök medan 4,5 km/tim (44 kg/ha) inte gav skador. Vester (1987b) anger att när sådd lök inte är större än 15.18 cm skall intensiteten hållas nere på 40 kg/ha eller lägre. Intensiteten kan ökas först vid 20-25 cm höjd.

Egna försök har gett motsvarande resultat som de danska. Det noterades också i de svenska försöken att bladlyftare och bladskydd i form av keramiska fiberplattor (figur 8.8) inte innebar någon fördel när lökbladen var upprättstående. Utrustningen förenklas avsevärt om man klarar sig utan dessa. Med mycket nedhängande blad krävs det dock bladlyftare för att minska bladskadorna.

Flamning i sådd lök kan endast betraktas som ett hjälpmedel mot ogräs, och det krävs normalt en handrensning i småplantstadiet innan den första selektiva flamningen är aktuell. Den första flamningen i samband med uppkomst ger normalt den största reduktionen i både ogräsantal och handrensningstid. Flamning omedelbart efter uppkomst och senare i växande gröda innebär risker för kulturskada, och kan därför inte rekommenderas som en standardåtgärd.



Figur 11.4 Brännarinställning vid selektiv flamning i lök. Om bladen är mer nedhängande behövs bladlyftare.

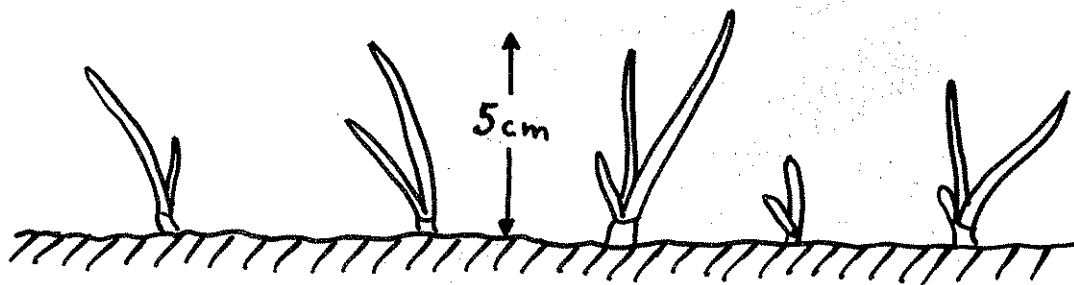
### Planterad sålök

För planterad lök gäller motsvarande förhållanden med selektiv flamning som i direktsådd lök. Danska försök med lök sådda i "speedling"-pluggar visade att två selektiva flamningar vid 15 respektive 30-35 cm lökhöjd gav god ogräseffekt men 10-14% lägre skörd än med kemisk bekämpning. Till skillnad från sådd lök kunde man med planterad lök klara hela ogräsbekämpningen med flamning (Vester, 1987ab).

### Sättlök

I sättlök kan ofta hela ogräsbekämpningen klaras med flamning fram till slutet av juni. Första flamningen kan göras när löken är högst 5 cm hög (figur 11.5). Brännarna kan då riktas ovanifrån rakt mot raden så att både lök och ogräs träffas av flammorna. Lökspetsen som träffas av flammorna blir mjuk och torkar in efter några dagar. Löken växer dock vidare normalt. Denna första behandling kan enligt danska erfarenheter göras med mycket hög intensitet, upp till 100 kg/ha vid behandling av hela ytan utan risk för skada. Vid långsam uppkomst rekommenderas att behandla två gånger, varav sista gången vid 5 cm lökhöjd. Vid en sådan delad behandling flammas de flesta ogräsplantor i hjärtbladstadiet (Vester, 1987b).

Från 15-20 cm lökhöjd kan en eller två selektiva flamningar göras (figur 11.6). Vid den första behandlingen kan det vara nödvändigt att minska dosen (40 kg/ha) för att skona löken. Detta kan vara nödvändigt om man behandlar tidigt för att träffa ogräset medan det är litet. Sedan kan ytterligare en behandling göras vid behov och då med en dos på 50-60 kg/ha, tills raderna går ihop. I södra Sverige inträffar detta ofta i mitten av juni. Efter denna tidpunkt kan det behövas en kompletterande handrensning, för att hindra fröspridning från ogräs (Vester, 1987b). I praktiken lyckas man inte alltid lika bra med flamningarna på grund av problemogräs eller annat och då kan man behöva gå in lite tidigare med handhackning.



Figur 11.5 Första flamningen kan göras när sättlöken är högst 5 cm hög.



Figur 11.6 Resultat av selektiv flamning i sättlök. Den högra raden är obehandlad. Ogräset är åkerspergel.

Danska försök av Vester (1987ab) med maskinsatt sättlök har visat att avkastningen med flamning (enligt ovan) i genomsnitt blir 10-15% lägre med flamning, med variationer mellan 5-20%, än med kemisk ogräsbekämpning. Med handsatt sättlök, som får en jämnare utveckling, kan flamning däremot ersätta kemisk ogräsbekämpning utan skördeminskning (Ascard, 1988b; Vester, 1986ab). Detta förutsätter dock noggrann inställning samt att lökbladen skyddas i tillräcklig omfattning.

I äldre amerikanska undersökningar rekommenderas parallellställda brännare vid flamning i växande lök. Tvärflamning rekommenderades inte då att de gav för kraftig värmepåverkan på löken (lägre skörd) (Bowser, 1963). I danska och svenska försök har dock tvärflamning använts med gott resultat.

### Flamning som blastdödning i lök

Termisk blastdödning kan användas som ett alternativ till kemiska eller mekaniska metoder för att möjliggöra direktskörd utan föregående fälttorkning. Metoden har provats i Norge av Holmøy & Hoftun (1980). Vanlig fälttorkning före upptagning jämfördes med direktupptagning utan föregående fälttorkning. För direktskörd jämfördes tre olika blastdödningsmetoder: 1) mekanisk krossning eller avtoppning av blasten ovanför bladens brytpunkt (fyra olika typer av blastkrossare eller knivar provades), 2) kemisk blastdödning med herbiciden dimexan, 3) termisk blastdödning med flammor eller med ånga.

Flamningen gav en del svarta fläckar på löken, men annars blev det inga synliga skador av värmebehandlingen. Den värmebehandlade löken fick stå på fältet från ett halvt dygn upp till 10 dygn efter behandling innan direktupptagning och inkörning på lager.

Vanlig fälttorkning eller direktupptagning efter mekanisk avtoppning gav i genomsnitt jämgott lagringsresultat. Under normalår var fälttorkningsmetoden bäst, men under år med dåligt väder under fälttorkningen var direktupptagningen bättre. Förutsättningen för direktskörd var då att bladen slogs av ovanför den naturliga brytpunkten och att upptagning och inkörning till torkning skedde samma dag. Sprutning med herbiciden dimexan gav för dålig nedvissning och för dåligt lagringsresultat för att vara intressant. Termisk blastdödning med flammor eller ånga gav ungefär samma lagringsresultat som mekanisk avtoppning. Eftersom termisk blastdödning var dyrare än mekaniska metoder ansågs den dock vara ointressant.

Kemisk eller termisk nedvissning av blasten, liksom mekanisk krossning eller avtoppning ledde i genomsnitt till snabbare groning efter uttag från kyllager i maj månad jämför med den traditionella fälttorkningsmetoden. Det fanns en tendens till minst sjukdomar och bäst kvalitet vid kortast tid på fältet efter nedvissning med både kemisk och termisk nedvissning.

Som kommentar till undersökningen kan noteras att de uppenbarligen haft otillräcklig utrustning för värmebehandling eftersom gasförbrukningen var mycket hög (280 kg/ha) och körhastigheten endast 0,5-1 km/tim.

Andra försök med blastdödning i lök, som refereras i samma undersökning har visat att flamning när 30% av bladen var friska och resten nedvissnade gav tillfredsställande resultat. Lagringen i 3 1/2 månad gav 88-90% saluduglig vara för både behandlad och obehandlad lökblast.

## Majs

### Fodermajs

Fodermajs är en av de grödor där flamningen blivit mest använd. Majs är enligt Preuschen (1968) en av de fältgrödor som är okänsligast för flamning. Första flamningen kan vänta tills majsen kommit upp några centimeter. Tillväxtpunkten är så skyddad innanför omslutande blad och det stora fröet har så mycket gröningsenergi att plantan tål flamning i detta stadium. Bladspetsarna torkar in mer eller mindre, men plantan växer vidare.

Man kan sedan göra selektiva flamningar efter en bestämd storlek (figur 11.3). Enligt de flesta rekommendationer bör majsen då vara minst 25 cm hög (Kepner et al, 1978). Det finns dock uppgifter om att majsen kan flambehandlas redan vid en höjd av 7-10 cm (Engel, 1969). De nedre bladen kan torka in efter behandling, men ledningsvävnaden i stängeln skyddas av äldre blad.

Tyska försök i fodermajs har visat att man kan uppnå samma avkastning med en kombination av flamning och mekanisk radrensning som med kemisk ogräsbekämpning med atrazin. Första flamningen gjordes med flammorna riktade ovanifrån rakt mot raden när majsen var 3-4 cm hög. När majsen var 40 cm hög gjordes en selektiv flamning. Första flamningen var viktigast eftersom konkurrensen mellan ogräs och majs är störst i småplantstadiet. Flambehandlingen i 3-4 cm stadiet gav ingen avkastningsminskning (Geier & Vogtmann, 1986). Termisk och mekanisk bekämpning ställer sig emellertid dyrare än kemisk bekämpning, men några ekonomiska beräkningar gjordes inte i denna undersökning.

### Sockermajs

Sockermajs tycks vara känsligare än fodermajs för flamning. Enligt danska försöks kan sockermajs flambehandlas intill 2 cm höjd. Selektiv flamning kan inledas vid 20 cm höjd, eventuellt tidigare med låg intensitet (40 kg/ha) (Vester, 1987b).

I danska försök blev sockermajs hämmad i tillväxt vid flambehandling vid 4 respektive 10 cm höjd. De 2-3 nedersta bladen visnade ner efter varje behandling. Flambehandling hade dock en positiv inverkan genom att hämma bildningen av sidoskott. Sidoskotten minskar nämligen kolvutvecklingen (Vester, 1986ab).

I egna orienterande försök med sockermajs (Ascard, 1987a) erhölls en tillfällig växthämning av flamningen vid både 2 och 10-20 cm höjd. På grund av mindre ogräskonkurrens utvecklades dock den flambehandlade majsen bättre än den obehandlade. För att uppnå bäst ogräseffekt bör den andra flamningen utföras när ogräset fortfarande är litet. Flamningen kan då utföras med låg intensitet med minst risk för skada på kulturväxten. Kulturväxten är emellertid också känsligare i tidigt stadium, och fortsatta försök får utvisa lämpliga behandlingstidpunkter.

## Potatis

### Ogräsbekämpning i potatis

Flamning av ogräs i potatis kan användas som ett komplement till mekanisk ogräsbekämpning och grödans egen konkurrens med ogräsen. Liksom vid kemisk bekämpning med exempelvis Sencor (metribuzin) eller Reglone (dikvat) kan flamningen utföras omedelbart före potatisens uppkomst eller när plantorna börjar komma upp. Danska försök har visat att flamningen kan göras vid 2-4 cm planthöjd (20-25 % uppkomst) utan att få hämning. Selektiv flamning kan därefter göras först när flammorna kan komma in under bladen (ca 2 veckor senare) vid 15-20 cm höjd. Flamning över hela ytan en vecka efter begynnande uppkomst på 5-18 cm höga plantor (100 % uppkomst) gav däremot kraftig hämning (Vester, 1986ab).

I potatisodling har man ofta goda möjligheter att klara hela ogräsbekämpningen med en kombination av ogräsharvning, sladdning och kupning, och man behöver då inte ta till termiska eller kemiska metoder.

### Blastdödning i potatis

Flamning som blastdödning (figur 9.11) kan användas som alternativ till kemisk blastdödning, ensamt eller i kombination med mekaniska metoder. Enbart blastkrossning är inte alltid tillräckligt för att hindra omväxning av potatisblasten. Blastryckning fungerar bra i många fall, men inte på alla jordar. De främst anledningarna till blastdödningen är att hindra bladmögelsvamp (*Phytophthora infestans*) att infektera knölarna, öka skalhållfastheten och reglera knölstorleken. Vid odling av utsädespotatis är blastdödningen också viktig för att hindra virusspridning till knölarna.

En fördel med termisk blastdödning är att man undviker risk för restsubstanser från kemisk blastdödning i skördeprodukterna. Man får också snabbare nedvissning än med kemisk blastdödning (Hoffmann, 1985). Det finns även uppgifter om att flammorna dödar svampsporer av *Phytophthora infestans*, som orsakar bladmögel och brunröta (van't Rood, 1987), men detta tycks inte vara närmare utrett i försök.

Flambehandling kan användas till nedvissning av potatisblast med en effekt som motsvarar en behandling med herbiciden Reglone (dikvat). Nedvissningseffekten är mycket beroende på utrustning, värmemängd, tillväxtstadium, bladutveckling och sort (Leeuw, 1972; Vester, 1986ab). Vid behandling av hel blast kan två behandlingar behövas. I kraftigt växande sorter rekommenderas att blasten först slås av mekaniskt. Tidpunkten för behandlingen är viktig. I danska försök fick man otillräcklig effekt av två flambehandlingar eller två Reglonebehandlingar (3 l/ha) i början av augusti, medan motsvarande behandlingar i slutet av augusti gav 100 % nedvissning (Vester 1986ab).

För att uppnå god nedvissning, hög kapacitet och rimlig gasförbrukning krävs speciellt anpassad utrustning för blastdödning. Till skillnad från ogräsbekämpning handlar det här om kraftig växtmassa och därför behövs kraftiga brännare med god nerträngningsförmåga. Det har tidigare varit problem att konstruera redskap med hög avverkningskapacitet och rimlig driftskostnad. I äldre holländska undersökningar finns uppgifter om energiförbrukning på 300-1000 liter olja per hektar (Leeuw, 1971, 1972). I nya danska undersökningar med en annan typ av utrustning (figur 11.7 och 9.1) har man kommit ner i energiförbrukning på under 100 kg gasol/ha (1 kg gasol motsvarar 1,3 l diesololja).

## Stråsäd

I Schweiz använder en del alternativodlare flamning i stråsäd, som en nödåtgärd i mycket ogräsbemängda fält om förebyggande åtgärder eller ogräsharvning inte varit tillfredsställande. Flamningen görs då normalt efter grödans uppkomst. Stråsäd gror som regel så snabbt att flamning före uppkomst inte är meningsfull. Med fördröjd sådd hinner dock fler ogräs upp före säden. Man kan vänta med behandlingen tills bladspetsarna börjar komma upp.

Vid flamning efter uppkomst vissnar både gröda och ogräs ner, emen eftersom tillväxtpunkterna på stråsäden är skyddade kommer den igen efter några dagar. Metoden kan användas i olika sädesslag. Skörden uppges under schweiziska förhållanden bli cirka en vecka försenad, men utan någon väsentlig skördeminskning (Schmid & Steiner, 1987). Vid behandling av höstsäd på våren är en förutsättning att övervintringen är bra och beståndet högst 10-15 cm (Hoffman, 1985).

## Övriga grödor

Utöver de ovan nämnda växtslagen kan flamning utnyttjas i andra grödor. Flamning före uppkomst kan användas i alla långsamt groende växtslag, t.ex. palsternacka, persilja och dill. Effekten kan variera beroende på väderleksförhållanden. Med fördröjd sådd kan metoden även användas i mer snabbgroende växtslag.

Flamning mellan raderna kan användas i stort sett i alla radodlade grödor där radavståndet tillåter. Metoden är dock mest aktuell där vanlig radrensning inte fungerar bra och i grödor med ytligt och känsligt rotsystem, som frilandsgurka och salladskål.

Det finns också andra användningsområden, t ex vid odling av kryddväxter och medicinalväxter till läkemedelsindustrin. Flamning har i fleråriga perenna växtslag provats dels på våren innan grödan börjat växa och dels på hösten efter avslutad skörd.



## 12. FRUKTODLING, BÄRODLING och PLANTSKOLOR

### 12.1 Termisk jämförd med mekanisk och kemisk ogräsbekämpning

Flamning mot ogräs i vedartade växtslag kan i olika situationer användas som alternativ eller komplement till kemisk eller mekanisk ogräsbekämpning. Fördelen generellt sett med flamning framför mekanisk ogräsbekämpning är att man undviker skador på rotsystemet. Framför allt bärbuskar, men även fruktträd har ett mycket ytligt och känsligt rotsystem. Man har också med äldre och uppstammade vedartade växtslag möjlighet att låta flammen svepa in i raden och därigenom på ett smidigt sätt få bort ogräset i själva raden. Nackdelar med flamning är den högre driftskostnaden och framförallt att det idag saknas lämplig utrustning på marknaden avsedd för frukt- och bärodling. Det finns också risk för stamskador av flammorna på unga trädstammar. Det krävs ungefär lika många eller något fler behandlingar per år med termisk än med mekanisk bekämpning.

Jämförd med kemisk ogräsbekämpning innebär flamning att man undviker rests substanser i jorden. Nackdelen är att flamning är dyrare, främst beroende på att det krävs avsevärt fler behandlingar med flamning. Beroende på ogrässituationen kan det behövas 5-10 flamningar per år, jämfört med normalt 2 sprutningar per år. Se vidare om ekonomi i avsnitt 15.6. Risken för brand i torrt material måste också beaktas. Skador på kulturväxten kan däremot uppstå vid både termisk, kemisk och mekanisk ogräsbekämpning vid felaktig behandling.

Kapaciteten på flamredskap är vanligen något lägre än med spruttramp. I litteraturen anges körhastigheter på olika utrustningar i intervallet 2-7 km/tim, beroende på utrustning och ogrässituation.

### 12.2 Flamning i vedartade växtslag

I odlingar med vedartade växtslag är förutsättningarna goda för flamning. Äldre undersökningar från bl.a. äpple- och citrusodlingar tyder på att vedartade växter är mycket toleranta och tål upprepade flambehandlingar utan att stammarna skadas (Hoffmann, 1985; Vester, 1984). Flammen får svepa in i raden och träffar både ogräs och den nedre delen av stammen. Trädens bark skyddar stammen, medan det späda ogräset som står intill vissnar ner.

Eftersom man i odlingar med fleråriga växtslag ofta har problem med kraftiga fleråriga ogräs, krävs därför normalt intensiva och upprepade flambehandlingar. Kulturväxten utsätts därför också för större värme-påverkan än vid selektiv flamning i exempelvis grönsakskulturer. Denna intensiva värmepåverkan kan vara skadlig särskilt för yngre träd.

Det finns också erfarenheter från bl a Tyskland (Mantinger & Gasser 1986) och Sverige (Ascard, 1987a) som visar att det finns risk för barkskador på unga träd när flammen träffar barken (figur 12.1). Det finns därför en allmän rekommendation att inte börja flambehandla i raden i nyanlagda fruktodlingar förrän efter tredje året (Preuschen, 1968).



Figur 12.1 Till vänster: skada på ung stam av al efter upprepade flambehandlingar. Till höger: obehandlad och oskadad stam.

Det finns emellertid stora skillnader i värmetolerans beroende på art och utvecklingsstadium. Egna undersökningar (Ascard, 1987a) har visat att unga träd av al (*Alnus*) och olika salixarter med mjuk eller tunn bark fick mörkfärgningar, sprickor och sår i barken redan av en flambehandling. Vid intensiva och upprepade behandlingar kan skadorna bli så allvarliga att växten dör. I försöken användes en brännare med gasförbrukning på 6 kg/tim och en framförningshastighet på 2-4 km/tim. Fyra år gamla träd av fågelbär (*Prunus avium*) och fläderbuskar (*Sambucus nigra*) med kraftigare barklager tog däremot ingen synlig skada, utöver ytliga mörkfärgningar, av upp till 15 flamningar under en säsong. Det ska dock tilläggas att det saknas mer ingående och långvariga undersökningar av effekterna av värmeskador på barken. Rapporter från Schweiz tyder på att värmeskadade träd kan vara känsligare för utvintringsskador (Vester och Rasmussen, 1988).

Stamhöjden bör vara minst 50 cm för att undvika skador på blad och grenar av flammor och heta luftströmmar. I egna försök med träd och prydnadsbuskar orsakades bladskador upp till 30-50 cm, när flammen fick svepa in under buskarna. Bladskadornas omfattning var mycket olika beroende på art och storlek. Träd med tunna blad, t ex bok (Fagus), blev helt avbladade upp till 50 cm. Detta medförde att buskar som inte var högre än 50 cm skadades mycket allvarligt eller dog helt. Fläderbuskar (Sambucus nigra) med tjockare blad fick däremot bara mindre bladsvedningar och endast upp till 30 cm. För att undvika bladskador kan man använda avskärmade flammor, där de heta avgaserna riktas från växterna. Man kan emellertid då inte komma åt ogräsen i själva raden.

I växtslag där stammen tål flamning, kan behandling normalt göras på våren fram till knoppsprickning. Försök i vinodling har visat att även lågt sittande knoppar tål kortvarig flamning ända tills de spricker upp, utan negativ påverkan (Engel, 1969).

### 12.3 Behandlingsstrategi mot ogräs i fleråriga odlingar

I odlingar med fleråriga växter är det ofta fleråriga ogräs med kraftigt rotsystem, som vållar problem. Eftersom flamning endast orsakar nedvisning av de ovanjordiska växtdelarna måste man inrikta strategin mot att hålla tillbaka ogräset med upprepade behandlingar under året.

Äldre utländska erfarenheter har visat att 4-5 flamningar per år kan räcka (Müller, 1969). Egna undersökningar i fruktodling har visat att 4-5 flambehandlingar per säsong kan vara tillräckligt för att bekämpa fröogräs, som gror i omgångar under säsongen. Behandlingarna bör då fördelas på 3-4 behandlingar under försommaren och ett par behandlingar på hösten. Detta behandlingsintervall är ofta inte tillräckligt för att hålla tillbaka etablerade rotoogräs, som har en mycket snabb återväxt. Det är ofta inte heller tillräckligt för att hindra rotoogräsens spridning från angränsande gräsbana. För att tillfredsställa hålla tillbaka och hindra utbredning av rotoogräs krävs således normalt tätare intervaller. I en fruktodling, som bekämpats kemiskt året innan och var relativt fri från rotoogräs behövdes 6-7 behandlingar per år.

På ytor med kraftiga väletablerade rotoogräs (maskros, kvickrot, tistlar, dunört) krävs upprepade behandlingar med 7-14 dagars mellanrum för att hålla tillbaka ogräset. Detta innebar minst 8 behandlingar per säsong. Behandlingarna bör då göras med täta intervaller på våren och försommaren när tillväxten är stark, för att sedan kunna göras med större mellanrum under sommaren. På hösten behövs sedan ytterligare behandlingar. I en tysk undersökning krävdes behandling med 10-14 dagars intervall, vilket resulterade i 10 behandlingar per år (Mantinger & Gasser, 1986).

Ogräset bör inte vara högre än 5-10 cm och gärna mindre vid behandling. Det är viktigt att flammorna vid behandling når ner i botten av ogräsbeståndet, annars sker en allt för snabb återväxt. Större ogräs bildar efterhand täta svärbekämpade mattor. Vid höga täta ogräsbestånd kan värmedosen behöva ökas (lägre körhastighet) och därmed ökar även riskerna för skador på kulturväxten. Vid behandling av stora ogräs blir det större gas- och tidsåtgång vid varje behandling. Dessutom kan det uppstå problem med att brännarna blir ostabila och slocknar, p g a uppstigande vattenånga från ogräsen.

En annan allvarlig olägenhet när man låter ogräset bli för stort är att när det behandlade ogräset torkar in efter flamning lämnar det efter sig stora mängder torrt antändbart ogräs, som vid nästa flamning lätt tar eld och då kan skada träden. Vattenspridare efter flamredskapet har använts i amerikanska försök för att förhindra sådan gräsbrand.

Flamning får alltså i frukt- och bärodling främst betraktas som en underhållsmetod i odlingar där man från början har kontroll på ogräset. Vid upprepade behandlingar kan man trötta ut rotoqräs, men kraftiga väletablerade rotoqräs måste punktbekämpas med täta intervaller. Om man från början har mycket rotoqräs bör odlingen saneras med någon annan metod, mekanisk eller kemisk innan ett termiskt bekämpningsprogram påbörjas. I en odling kan man även tänka sig en slags integrerad bekämpning där man med några års mellanrum gör en rotoqräsbekämpning med ett kemiskt medel och däremellan använder flamning.

## 12.4 Fruktodling

### Viktiga förutsättningar

För att termisk bekämpning framgångsrikt ska kunna användas i fruktodling och andra vedartade växter bör en del punkter beaktas:

\* Odlingen bör vara relativt fri från rotoqräs från början. I annat fall är det lämpligt att först befria marken från rotoqräs med kemiska eller mekaniska metoder. Etablerade rotoqräs kan tröttas ut med upprepade behandlingar, men det blir en dyr metod.

\* Markytan under träden bör jämnas.

\* Brännbart material, löv, växtrester, grenar etc avlägsnas.

\* Stamhöjden bör vara minst 50 cm.

\* Oqräsen bör behandlas i småplantstadiet och senast vid 5-10 cm höjd. Om oqräsen är för stora vid behandling krävs större värmemängd och risken för skador på träden blir också större. Det bildas då också stora mängder nervissnat torrt oqräs, som vid nästa behandling lätt kan fatta eld. Vattenspridare efter brännarna kan vara en lösning

\* Värmedos och behandlingsintervall måste anpassas till de mest svår-bekämpade oqräsen, eller så måste dessa punktbekämpas.

\* Vattenspruta bör medföras för släckning av eventuella gräsbränder.

\* För att skydda kulturväxten bör flammorna så långt det är möjligt vara avskärmade och isolerade, och avgaserna ledas bort från träden.

\* För att kunna använda metoden i nyetablerade odlingar krävs att stammen skyddas från flammorna.

## Flamning i raden

Flamning bredvid eller mellan raderna är relativt lätt att genomföra. Utrustningen kan bestå av en ramp med brännare, som byggs in under en isolerad avskärmning. Det är viktigt att avskärmningen sluter tätt mot marken så att inte heta rökgaser strömmar ut och skadar kulturväxterna. De heta avgaserna leds ut bort från raden eller upp genom en skorsten mellan raderna. Flammorna åstadkommer här en oselektiv nedvisning av all behandlad vegetation.

För behandling av ogräset i raden kan man använda en rörlig brännardel med helt eller delvis avskärmade flammor, som arbetar i raden och svänger undan för träden eller buskarna i raden. Detta system är under utprovning hos holländska och tyska företag (Reinert, Catter, Agro Dynamic). Brännaren kan svängas undan rent mekaniskt med en svingarm som svänger undan brännaren (figur 9.3). Ett annat sätt är att liksom på fruktodlingsfräsar ha ett känslspröt som känner av trädstammarna, och låta en hydraulisk kolv föra brännaren ut och in i raden.

Flamning av ogräs nära eller i själva raden, med fast monterade brännare med flammor som sveper in i raden, ställer betydligt större krav på precision och är också förenad med större risker för skador på kulturväxten (figur 9.2). Denna typ av selektiva flamning med fast monterade brännare var vanligast när metoden tidigare användes under 50- och 60-talet (Engel, 1969). Flamning i raden förutsätter normalt dels att stamhöjden är minst 50 cm och dels att stammen har ett tåligt barkskikt. Flamning i raden med oavskärmade flammor är således inte möjlig i unga vedartade växter och i växtslag med låg stamhöjd. Denna typ av flamning i raden har fördelen att man kan öka körhastigheten eftersom man inte har några rörliga delar som går in och ut i raden. Man kan även tänka sig ett system med ett känslspröt som känner av stammen i raden och tillfälligt minskar gastrycket vid stammen.

För att skydda stammen kan man även tänka sig någon typ av värmetåligt stamskydd (ex metallnät, eller tjärpapp) som både fungerar som gnagskydd och flamskydd.

## Behandlingsintervall och kostnader

Antalet nödvändiga behandlingar per år beror på hur mycket och vilken typ av ogräs det finns från början. Kravet på ogräsfrihet varierar också från odlare till odlare.

Egna erfarenheter av termisk bekämpning i fruktodling har tidigare redovisats i avsnitt 12.3. Man bör räkna med 6-7 behandlingar per säsong för att hindra rotoogräs att sprida sig. Även med 6-7 behandlingar per år kan det vara svårt att hindra gräs och ogräs från gräsbanan att sprida sig in mot raden (figur 12.2). Efter två års termisk bekämpning märktes en tydlig selektiv verkan av flamningen. Ogräsarter som är toleranta mot flamning, som maskros, tistel, kvickrot, vitgröe och baldersbrå breder ut sig om de inte behandlas tillräckligt ofta. Korsört, som tidigare dominerade i den aktuella odlingen blev däremot undanträngd.

I en tysk ettårig undersökning av Mantinger & Gasser (1986) krävdes flamning med 10-14 dagars intervall under säsongen. Detta kan förklaras av att det fanns mycket rotoogräs eller att man hade höga krav på ogräsfrihet i odlingen.



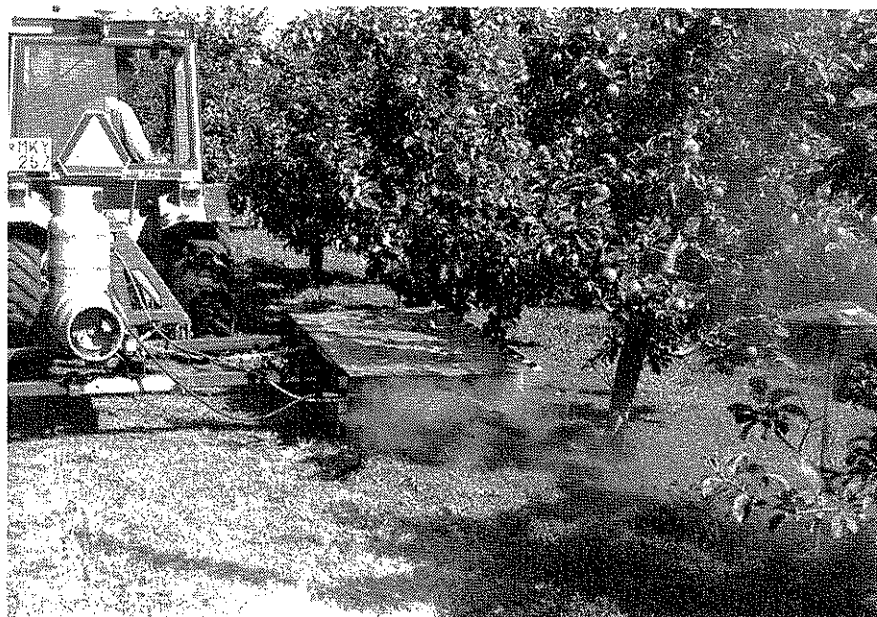
Figur 12.2 Andra året efter påbörjad termisk bekämpning. Ogräs från gräsbanan sprider sig in mot raden om man inte behandlar tillräckligt ofta. Fyra flamningar har gjorts fram till slutet av juli.

Man får således anpassa antalet flamningar till de mest svårbekämpade ogräsen, eller punktbekämpa svåra ogräs. Ett annat sätt är att göra en kemisk bekämpning mot roto~~gräs~~ vart tredje eller fjärde år och där-  
emellan klara ogräsen med flamning.

Kombinationer med mekanisk bekämpning är i och för sig tänkbara, men då faller hela idén med att inte bearbeta jorden.

De rörliga kostnaderna för flamning i fruktodling kan beräknas med utgångspunkt från prestandauppgifter från ett försöksredskap med brännardel från holländska Agro Dynamic (figur 12.3). Redskapet medger en körhastighet på 3-4 km/tim och förbrukar ca 15 kg gasol per timme. I en fruktodling med gräsbana mellan raderna och 5 m radavstånd bör av-  
verkningen inkl. flaskbyte och tidssvinn bli 1,5-2 timmar per ha. Med ett gasolpris på 10 kr/kg blir gasolkostnaden per behandling ca 250 kr/brutto-ha eller 600 kr/netto-ha. Körhastigheten och därmed kostnader-  
na varierar beroende på ogräsens storlek och täthet.

Med dessa förutsättningar blir gasolkostnaden 1500 kr/brutto-ha med 6 behandlingar och 2000 kr/brutto-ha med 8 behandlingar per år. Detta kan jämföras med ca 800 kr/brutto-ha för en vanligt förekommande kemisk bekämpning med Sinbar 2 kg/ha + Printop 4 l/ha på våren, kompletterat med ett hormonpreparat, Certrol Trippel under sommaren. Med nuvarande teknik är dessutom körhastigheten lägre och priset högre för ett flam-  
redskap, jämfört med en sprutrampe. Se vidare om ekonomin i avsnitt 15.6.



Figur 12.3. Flamning i fruktodling i Alnarp med försöksredskap. En fast monterad tvärställd brännare tar ogräset i raden.

### 12.5 Plantskolor

I plantskolor gäller samma resonemang som för fruktodling. Eftersom unga trädstammar kan ta skada av flammor begränsas användningen till äldre träd. Barrtäd bör inte heller behandlas eftersom värmeskador blir bestående.

Flamning användes i Danmark på 50-talet på fröbäddar i större plantskolor. Mellan sådd och uppkomst av barrträdsfrö gjordes under två veckor två flamningar. Arbetsåtgången för behandlingen uppgavs till 1 manstimme per 200 meter fröbädd. Första handlukningen sparades.

### 12.6 Hallon

Enligt danska erfarenheter (Vester, 1984) skadas årsskotten på hallon oavsett tidpunkt för flambehandling. Flamning mot ogräs i hallonraden förefaller därför vanskelig, men ogräsen bredvid raden kan bekämpas med avskärmade flammor.

Flamning kan eventuellt vara användbar för skottgallring. Vid odling av kraftigväxande hallonsorter är det önskvärt att kunna gallra första omgången årsskott, för att underlätta senare arbete med gallring, uppbindning och skörd (Olander, 1986).

Termisk skottgallring i hallon jämfördes med kemisk behandling med Reglone (dikvat) i ett försök i Blekinge (Ascard, 1987a). Årsskotten behandlades den 14 maj vid 5-20 cm höjd från båda hållen med en mycket kraftig brännare (figur 7.7) med gasförbrukning på ca 14 kg/tim vid 1,5 bars tryck. Tre olika körhastigheter användes; 0,9 1,5 och 3,0 km/tim. Reglone användes i doserna 2, 4 och 8 l/ha.



Varken Reglone- eller flambehandling var vid någon dosering tillräcklig för att med en behandling uppnå total gallringseffekt på hallonskotten. De behandlade bladen på årsskotten vissnade ner mer eller mindre, men toppskotten växte vidare. Målet är att uppnå en total gallringseffekt på den första omgången skott, medan senare skott ska tillåtas växa upp och bli fruktbärande nästa år. Man kan därför inte acceptera ett resultat som bara innebär att årsskotten vid varje behandling skadas och sedan växer vidare. En upprepad behandling med Reglone leder enligt tidigare års erfarenheter (Olander, 1987) endast till ytterligare en tillfällig hämning med försvagade och krokiga skott som följd. Möjligen kan man prova att i ett tidigare stadium (5-10 cm) behandla hallonskotten två gånger med kanske högst en veckas mellanrum, för att få bättre effekt.

Sammanfattningsvis gav både flambehandling och Reglonebesprutning med denna metod otillräcklig gallringseffekt vid samtliga doseringar. Skotten vissnade ner, men toppskotten överlevde och utvecklade snabbt nya blad. Om flamning ska undersökas vidare bör en eller flera behandlingar göras på ett tidigare stadium (högst 5 cm).

Flamning kan bli aktuell i framtiden till vartannatårsskörd av hallon. Målet är då att under skördeåret genom upprepade flamningar i raden bekämpa både årsskott och ogräs, medan de vedartade tvåårsskotten bär frukt. Efter skörd skärs tas alla skotten bort. Under mellanåret får årsskotten växa upp i raden, medan med avskärmade flammor begränsar skott och ogräs bredvid raderna (Olander, 1987). Det här skisserade odlingssystemet måste dock först utvärderas i försök.

## 12.7 Jordgubbar

I jordgubbar kan flamning i princip användas mot revplantor mellan raderna. I praktiken omöjliggörs ofta flamning p g a halm eller plast i odlingen. Flamning mot revplantor mellan raderna har prövats i liten skala i Röbbäcksdalen med fotogenbrännare. Metoden fungerar men utrustningen måste anpassas noga till sitt ändamål (Nilsson, 1986).

I Danmark tillämpas avbränning (ej flamning) i jordgubbsodling omedelbart efter skörd av hela arealen med traktorburna gasdrivna flamaggregat. Efter mekanisk krossning av bladen med slaghack bränns blad, ogräs, halm och revor. Efter avbränningen bör man tillföra 45 kg kväve (N) för att få snabb återväxt. Efter en vecka börjar nya blad komma fram och man kan köra med radrensare mellan raderna. Försök med avbränning av bladen efter skörd har dock gett 15-30 % skördeminskning året efter. Metoden rekommenderas därför bara när rensning efter bärskörd är mycket arbetskrävande, såsom i en äldre, kraftigväxande och mycket igenväxt odling (Blangstrup Jørgensen, 1982).

Avbränningen kan också åstadkommas genom att sätta eld på halmen i jordgubbsfältet. Enligt Vester (1987c) finns det två andra skäl för odlarna att bränna ner bladen efter skörd. Några menar att den framtvingade nervissningen av jordgubbsbladen på hösten stimulerar utvecklingen av nya vitala skott. Andra menar att behandlingen har effekt mot svampsjukdomar eller underlättar andra bekämpningsåtgärder.



## 12.8 Blåbär

Flamning i raden i storfruktiga amerikanska blåbär har tidigare provats i USA i 4-10 år gamla odlingar. Flamning påbörjades den 30 april och upprepades var tionde dag under hela säsongen. Vid de första flamningarna riktades brännarna parallellt med raden, men de späda bladen tog ändå skada vid denna tiden på året. Man sprutade vatten efter flamning för att förhindra antändning av torrt material. Ogräseffekten blev tillfredsställande. Frukterna tenderade att bli större i de flambehandlade buskarna, men avkastningen påverkades inte nämnvärt. Det blev en oönskad tillväxt av toppskott p g a att flamningen orsakade en avbladning ner till. Man konstaterade att behandlingstidpunkt, väderlek, blåbärens utvecklingsstadium och ogräsflora är viktiga faktorer att ta hänsyn till. Odlingen måste också anpassas till flamning, bl a genom att markytan jämnas (Hansen & Gleason, 1965).

I blåbärsodling tillämpas idag upprepad bränning (alltså inte flamning) för att påskynda blåbärens utveckling, hålla kontroll på ogräset och för att föryngrå beståndet. Ett av blåbärsodlingens största problem är att bekämpa ogräs utan att skada blåbärsplantorna och då speciellt de underjordiska rhizomerna, som ger upphov till nya skott och plantor. Ogräsbekämpningen kan ske mekaniskt eller kemiskt eller genom bränning. Eftersom den mekaniska bekämpningen måste vara mycket ytlig rekommenderas handrensning eller handhackning. Bränning tillämpas regelbundet i USA och Kanada. Förutom ogräseffekten har den även effekt mot sjukdomar och skadeinsekter. Som regel bränns hälften eller en tredjedel av odlingen varje år. På så sätt befinner sig alltid en del av odlingen i produktion (Hjalmarsson & Fernqvist, 1988). Det är alltså här inte fråga om flamning utan bränning, men eftersom det är en tillämpning av värmebehandling tas det ändå upp här.

I Sverige använder åtminstone en odlare (Libäck, 1987) gasolbrännare för avbränning av kanadensiska blåbär på hösten vart tredje år.

## 12.9 Övriga bärslag

Enligt äldre uppgifter kan man flambehandla med gott resultat även i svarta och röda vinbär, krusbär och i vinodling, under förutsättning att det inte finns lågt nedhängande grenar (Vester, 1984). Det saknas dock mer exakta uppgifter om hur mycket värme buskarnas grenar tål utan att skadas. Enligt nya undersökningar från Danmark har man i svarta vinbärsodling kunnat bekämpa korsört med två flamningar per år. Det förutsätter dock att ogräset inte är högre än någon centimeter, annars skadas vinbären för mycket (Vester, 1987c).

### 13. GRÖNYTOR OCH STADSMILJÖER

#### 13.1 Möjligheter och begränsningar

Flamning är särskilt lämplig på ytor, där mekanisk ogräsbekämpning eller marktäckning inte fungerar. Flamning är främst aktuell på hårdgjorda ytor som sten- och plattbelagda ytor, trottoarkantsten, parkgångar, grusytor, och lekplatser. I planteringar med buskar och träd utan undervegetation kan också flamning under vissa förhållanden användas (se avsnitt 12.2-12.4) Mekanisk bekämpning eller marktäckning är dock att föredra i planteringar.

Grönområden har en annan ogräsflora än de flesta trädgårds- och lantbruksgrödor. På hårdgjorda ytor och i planteringar är det vanligen fleråriga ogräs som vållar problem, med undantag av vitgröe, korsört och andra problemogräs som ofta förekommer i grönområden.

Eftersom man först de allra senaste åren börjat intressera sig för icke-kemiska bekämpningsmetoder i kommunala sammanhang finns ännu ganska begränsat underlag för rekommendationer. Följande generella riktlinjer kan dock ges med ledning av gjorda försök och erfarenheter (Nyström & Svensson, 1987, 1988; Vester & Rasmussen, 1988).

Behandlingsstrategin måste inriktas på att med upprepade behandlingar under säsongen hålla kontroll på och trötta ut ogräsen. Antalet nödvändiga årliga behandlingar beror i hög grad på hur ogräsbekämpningen skötts åren innan samt vilken utseendemässig standard man önskar eller tolererar. Typ och storlek på ogräs har också stor betydelse. Gynnsamma tillväxtförhållanden som t.ex jorduppblandat grus och öppet läge ger en kraftigare ogräsutveckling och snabbare återväxt än på en nygjord plattbelagd yta i skuggigt läge.

Behandlingarna kan med fördel göras med täta intervaller på våren och försommaren för att senare under sommaren göras mer sällan om återväxten är liten. På hösten behövs ytterligare behandlingar för att hindra fleråriga ogräs att samla kraft för övervintring.

Behandlingsintensitet och intervall måste anpassas till de mest svår-bekämpade ogräsen. I annat fall måste dessa punktbekämpas med tätare intervall.

Brandrisken måste alltid beaktas och förebyggas. Det är stor risk att torrt material på marken tar eld vid flambehandling. Behandla därför aldrig ytor med torrt gräs och annat brännbart material, utan att först städa ytan. Medför vattenspruta eller montera vattenspridare efter brännarna.

### 13.2 Hårdgjorda ytor

Bland hårdgjorda ytor kan man med avseende på ogräs skilja på främst grusytor och sten- eller plattbelagda ytor. Grusytor, speciellt med gammal ytbeläggning, erbjuder som regel ogräsen bättre grogrund än stensatta ytor. På relativt välhållna grusgångar med fast grusbeläggning och etablerade plantor av maskros, vitgröe och mossor var, i ett danskt försök, 5 behandlingar per år tillräckligt. Med 7 behandlingar per år (2 eller 3 veckors intervall) blev ytan fullständigt ren från ogräs (Vester & Rasmussen, 1988).

På relativt välhållna ytor kan de första behandlingarna på våren och försommaren med fördelar göras med täta intervaller (var 2-3:e vecka) när ogräsen växer mest. Senare på sommaren kan intervallen ökas till 4-6 veckor beroende på ogräsens återväxt. Etablerade rotoogräs kan dock behöva tätare punktbehandlingar eller behandlas mekaniskt eller kemiskt (Vester & Rasmussen, 1988).

En behandlingsstrategi som är tillräcklig för att hålla kontroll på själva ytan kan vara otillräcklig för att hindra gräs och ogräs att breda ut sig från en intilliggande gräsyta eller rabatt. Det kan därför vara aktuellt att göra tätare behandlingar på remsor och fläckar med mer ogräs.

Är ytan starkt infekterad med ogräs och man inte har möjlighet att först "sanera" med något mekaniskt verktyg eller med en Roundup-sprutning, får man använda en annan strategi. Flamningarna får då på våren göras 3-5 gånger med en veckas mellanrum. Resten av året bör man räkna med behandling varannan eller var tredje vecka.

Det är viktigt att värmen når ner i botten av ogräsbeståndet för att ge en fullständig nervissning och för att begränsa återväxten. Om behandlingarna görs med otillräcklig intensitet eller inte når ner tillräckligt verkar behandlingarna i praktiken som klippning och reducerar inte beståndet.

Vid körning intill häckar och prydnadsbuskar får dessa absolut inte träffas av flammen eller de heta avgaserna. Grenpartier som skadats tar lång tid för att skjuta nya skott.

Vid behandling längs kantsten kan samma resonemang och bekämpningsstrategier tillämpas som för andra hårdgjorda ytor. Det krävs dock specialaggregat för kantsten (figur 9.12).

### 13.3 Planteringar

Enligt erfarenheter från Sverige (Ascard, 1987a) och Danmark (Vester & Rasmussen, 1988) kan flamning inte rekommenderas för bekämpning av flerårigt ogräs i planteringar. Även om man använder avskärmade flammor och endast behandlar mellan eller bredvid buskarna är det stor risk för värmeskador på kulturväxterna och t o m brand i planteringen. Det krävs också många fler behandlingar än på hårdgjorda ytor.

Ovanjordiska växtdelar vissnar visserligen ner efter behandling men det kommer snabbt nya skott från rötterna. Behandlingarna har en stimulerande effekt på skottbildningen på så sätt att det bildas fler skott efter behandling. Kvickrot och tistlar breder därför lätt ut sig och kan inte nås tillfredsställande under buskar. Det uppstår också problem ex. vid behandling av gräs. Om första behandlingen görs när t ex kvickrot hunnit utveckla 3-4 blad, krävs särskilda inträngningshjälpmedel för att flammorna ska tränga ned i botten (Vester & Rasmussen, 1988). Problemen uppstår vid nästa behandling. De nedvissna bladen från förra behandlingen kan nu lätt fatta eld och hela planteringen sättas i brand.

Fleråriga ogräs som kvickrot och tistlar kan visserligen uttröttas genom upprepade behandlingar (ca 10 gånger vid behandling av kvickrot på 2-bladstadiet), men det blir en dyr metod.

Det finns vissa möjligheter för selektiv flamning i rader av buskar och träd. Vid denna typ av behandling riktas flammorna snett in under raden så att både ogräset under buskarna och nedre delen av stammen träffas. Erfarenheter från olika håll visar dock på stor risk för barkskador speciellt på unga stammar (Mantinger & Casser, 1985). Skadorna kan vid upprepad behandling bli så allvarliga att kulturväxten dör, ev i form av utvintring följande år (Vester & Rasmussen, 1988). Speciellt unga stammar med grön eller tunn bark är känsliga för flamning. Vissa arter som fågelbär (*Prunus avium*) och fläder (*Sambucus nigra*) visade däremot inga synliga skador ens efter 15 behandlingar (Ascard, 1987a).

Träd och buskar med lågt sittande skott och grenar har i försök fått bestående bladskador och således blivit uppstammade upp till 30-50 cm. Bladskadornas omfattning är mycket olika beroende på art och storlek. Träd med tunna blad, som bok, tog mycket stor skada upp till 50 cm. Detta medförde att buskar som inte var högre än 50 cm skadades mycket allvarligt eller dog helt. Fläderbuskar med tjockare blad fick däremot bara mindre bladsvedningar och endast upp till 30 cm (Ascard, 1987a).

Flamning kan således bara rekommenderas till bekämpning på hårdgjorda ytor. I vissa tillfällen kan flamningen dock vara ett bra komplement till kemisk ogräsbekämpning i planteringar. Flamning har effekt mot flera herbicidresistenta ogräsarter som korsört, mållor och snärjmåra.

## 14. ANDRA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

### 14.1 Bekämpning av svampsjukdomar och skadeinsekter

Man kan som tidigare nämnts (avsnitt 4.8) inte räkna med någon påverkan på organismer i jorden med vanlig flamning.

Avsiktlig bekämpning av ovanjordiska svampsjukdomar och skadeinsekter har provats och varit effektiv i vissa fall. Vid direkt bekämpning av skadeinsekter har man då använt avsevärt våldsammare och intensivare upphettning än vid normal flamning mot ogräs.

Bekämpning av skadedjur med flamning har varit effektiv i vissa fall. Larverna av "alfalfa-vivel" (*Hypera postica*), som är ett allvarligt skadedjur vid lucernodling, har i USA kontrollerats med flamning. Flamning rekommenderades då före knoppsprickning på våren. Senare flamning gav skador på lucernen.

Flamning har även provats mot svampsjukdomar och man kan här finna en varierande känslighet hos lika svamparter. Flamning har visat sig verksam mot rost och vissnesjuka i fleråriga kulturer. Rost och vissnesjuka i mynta kan bekämpas med flamning både vår och höst. Det var bäst effekt mot rost på våren och mot vissnesjuka på hösten. Rost var lättare att bekämpa än vissnesjuka. Rost i gräsfröodling har också kunnat bekämpas med flamning efter skörd.

I en äldre amerikansk undersökning uppnåddes en signifikant reduktion av *Alternaria solani* (bladfläcksjuka) efter flamning av potatisblast. Knöl-infektionen minskades i de flesta fall. Minimitemperaturer på 200°C under 1-2 sek var nödvändiga för att reducera groningen av *Alternaria solani* signifikant. Sporminskning uppnåddes i praktiken vid körhastigheter på 3,2 till 6,4 km/tim.

Flamning dödar inte bara potatisblast utan uppges även av en tillverkare av flamaggregat oskadliggöra sporer av *Phytophthora infestans* som orsakar brunröta i potatisknölarna. Detta uppges uppnås med ett gasoleldat aggregat med värmereflektor som utvecklar en temperatur på över 1000°C vid markytan (van't Rood, 1987). Det redovisas dock inte några siffror på avdödning av sporer.

Vid normal flamning har man i vissa fall märkt en minskning av skadedjur och sjukdomsorganismer. Verkan på nyttoorganismer har inte undersökts. Det kan dock förväntas att även nyttoorganismer som träffas direkt av flaman skadas eller dör, men organismer som skyddas av blad, stänglar och jordklumpar överlever.

När man använt flamning för direkt bekämpning av skadedjur har man använt dubbelrader av tättsittande brännare, dvs använt en mycket våldsam och intensiv upphettning, där insekterna inte haft någon chans att komma undan.

Uppgifterna i detta avsnitt har där ingen annan referens anges, hämtats från äldre källor som refereras av Vester (1984).

#### 14.2 Jordsterilisering

Med vanlig flamning blir uppvärmningen av marken mycket begränsad (se avsnitt 4.8). Tyska försök har gjorts att sterilisera jord genom att bränna på markytan. Ett mycket kraftigt flamredskap (fabrikat Weichel med gasförbrukning på 30 kg gas/tim per meter arbetsbredd), kördes då med endast 0,5 km/tim. Trots att brännarna var monterade under avskärmning uppmättes max 53°C på 1 cm djup och 33°C på 3 cm djup (ursprungligen 22°C). Denna uppvärmning var inte tillräcklig för att skada ogräsens underjordiska delar. För att uppnå en partiell sterilisering behövdes ett skrapskär som lyfte upp ett jordlager och en roterande vals, som slungade in jorden i flamfronten. Vid sådan behandling kunde de översta 3-4 cm av jordlagret uppvärmas till 100°C och till 8 cm djup till 70°C. Gasförbrukningen vid sådan behandling motsvarade i två försök 290 respektive 700 kg gas/ha! (Vester, 1984).

Det tyska företaget Weichel har utvecklat ett redskap med vätskebrännare, som kan användas både för ogräsbekämpning och jordsterilisering av ytskiktet ner till 10 cm djup. Arbetsbredden är 3 m vid ogräsbekämpning och 1,5 m vid jordsterilisering. Redskapet har en tryckvals som jämnar till jordytan. Ett skrapskär lyfter upp ett 5-10 cm djupt och 1,5 m brett jordskikt, som förs genom en flamridå. Brännarna är övertäckta med asbestklädda skärmar. Vid jordsterilisering skall körhastigheten vara endast 0,2-0,5 km/tim. I en tysk undersökning av Geier (1986) nämns att Weichel-redskapet med vätskebrännare och upp och nedvända gasflaskor, är föråldrat och ur säkerhetssynpunkt inte längre acceptabelt. Det har i tester gett en betydande upphettning av jorden med "förmodad påverkan på makro- och mikroorganismer i jorden."

## 15. EKONOMI OCH DISKUSSION

### 15.1 Jämförelser mellan bekämpningsmetoder

Ekonomin med flamning är helt beroende på vad man jämför med. Flamning blir normalt dyrare och mer arbetskrävande än kemisk bekämpning, men avsevärt billigare än manuell bekämpning. I den mån det finns fungerande mekaniska alternativ kan dessa i vissa fall vara mer konkurrenskraftiga. Det är således främst där det saknas eller är olämpligt med mekaniska metoder, som flamning är konkurrenskraftig och försvarbar.

Direkta jämförelser mellan kemisk och termisk bekämpning är inte helt rättvisande. Intresset för flamning har tidigare varit litet och det har hittills satsats mycket lite utvecklingsmedel på tekniken. Detta ska jämföras med kemisk bekämpning där industrin och universitet världen över under flera årtionden satsat stora resurser på utveckling av kemikalier och appliceringsutrustning. Det finns således en utvecklingspotential inom termisk bekämpning som man bör vara medveten om. Förmodligen kommer dock kemisk bekämpning att förbli den på kort sikt billigaste lösningen så länge man inte sätter ett pris på negativa miljöeffekter, som uppstår med kemiska bekämpningsmedel.

I det följande kommer en del ekonomiska jämförelser att göras mellan olika metoder för ogräsbekämpning, som situationen ser ut i dagsläget 1988. Det pågår dock för närvarande utveckling av både termiska och andra icke-kemiska metoder för ogräsbekämpning, vilket inom kort kan förändra hela situationen.

Kostnaden för termisk bekämpning varierar kraftigt från fall till fall, mycket beroende på pris, kapacitet och utnyttjandegrad på aggregatet, antal nödvändiga behandlingar samt behovet av kompletterande handrensning. Gasolen är - till skillnad från vad många tror - normalt inte den största kostnaden. Maskin- och arbetskostnaden blir i många fall större. Maskinkostnaden för flamaggregatet blir vanligen mycket hög i lantbruk och trädgårdsodling på grund av högt redskapspris, begränsat användningsområde och därmed liten årlig användning. För gatukontor och parkförvaltningar blir maskinkostnaden lägre genom att redskapen utnyttjas kontinuerligt under säsongen. På den kommunala sidan blir istället arbetskostnaden ofta den största kostnaden (Nyström & Svensson, 1988). Arbetets andel av den totala behandlingskostnaden blir också större för små aggregat.

Maskinkapaciteten för flamaggregat är normalt lägre än för en spruta, men ofta jämförbar med mekaniska redskap. En orsak är att körhastigheten är låg hos flamaggregat, normalt mellan 2 och 6 km/tim. Det finns dock nya danska prototyper som klarar hastigheter upp till 6-9 km/tim. Arbetsbredden är också mindre hos ett flamaggrat än en lantbruksspruta, vanligen högst 3 meter, men det finns aggregat upp till 4,5 meter. Den smala arbetsbredden beror på att redskapen skulle bli dyrare och klumpigare om de gjordes större. Det är förmodligen inte praktiskt möjligt att göra redskapen bredare än 6-8 meter, eftersom avskärningsanordningarna gör redskapen ganska tunga.

### 15.2 Gasolkostnad

Gasolförbrukningen varierar normalt mellan 25 och 60 kg gasol/ha, beroende på aggregatets funktion och på ogräsens storlek och täthet. Med ett riktvärde på 40 kg/ha och ett gasolpris på 10 kr/kg blir gasolkostnaden ca 400 kr/ha per behandling. Vid bandflamning kan kostnaden minskas till 100-200 kr/ha. Under 1988 har gasolpriset stigit till ca 10-11 kr/kg i P19-flaskor och 11-13 kr/kg i P11-flaskor.

I stordrift med gasolpris på 6 kr/kg blir hektarkostnaden 240 kr resp. 120 kr/ha. Detta lägre pris är endast aktuellt för en maskinstation som behandlar mer än 100 ha per år, eftersom priset förutsätter att man använder gasolpaket med 250 kg gasol och köper ca 5.000 kg gasol per år.

Det faktiska gasolpriset kan bli högre i praktiken om man inte kan tömma gasolflaskorna fullständigt. Detta inträffar ofta när man tar ut gasolen i gasfas ur flaskorna. Överbliven gasol i flaskorna ger ingen återbäring vid flaskbyte.

Gasolkostnaden kan jämföras med ca 220 kr/ha för en Reglone-besprutning (2 l/ha), som ger motsvarande effekt. Det finns både billigare och dyrare herbicider, i prislägen från ca 50 kr upp till över 1000 kr/ha. Det är dock inte intressant att direkt jämföra gasol- och herbicidkostnaden, eftersom flertalet herbicider har långtidsverkan och/eller mer selektiv verkan. Man får istället uppskatta totalkostnaden för olika alternativ och ta hänsyn till antalet nödvändiga behandlingar per år, behandlingskostnad och behovet av kompletterande handrensning.

### 15.3 Maskinkostnad

Maskinkostnaden för flamaggregat är svår att beräkna eftersom priserna och den årliga användningen av aggregatet varierar kraftigt. Dessutom kan maskinkostnader beräknas på olika sätt, med olika avskrivningstider, räntesatser, restvärdesberäkningar etc. I tabell 15.1 ges en ungefärlig bild av i vilken storleksordning maskinkostnaden hamnar. Den kalylerade maskinkostnaden blir högre om man lägger till försäkring, förvaring etc. och lägre om man har större årlig användning, kan ordna förmånligt hyresavtal för gasolflaskor etc. Maskinkostnaden per ha sjunker drastiskt med ökad årlig användning. Flamaggregat kan därför lämpa sig för maskinsamverkan eller för maskinstationer.



Tabell 15.1 Maskinkostnader för tre olika typer av flamaggregat för radodling (se avsnitt 9.5). 1988 års prisnivå

Typ av flamaggregat:	Traktorburet	Hjulburet	Ryggburet
Modell:	Primus Svenska Agroflame 3000	M. Johansson Smide	Reinert handbrännare
Arbetsbredd:	3 m	1,5 m	0,5 m (en rad)
Återanskaffnings- värde (ÅV)	50.000	6.000	3.000
Avskrivning 8 år	6.250	750	375
Realränta 8% på 1/2 ÅV	2.000	240	120
Underhåll 1 % av ÅV	500	60	30
Maskinkostnad per år	8750	1050	525
Maskinkostnad per ha vid olika årlig användning	1750 (5 ha) 875 (10 ha) 438 (20 ha)	1050 (1 ha) 525 (2 ha) 262 (4 ha)	1050 (0,5 ha) 525 (1 ha) 262 (2 ha)

#### 15.4 Behandlingskostnad

Tabell 15.2 visar hur flammingskostnaderna kan variera med maskintyp och årlig användning av aggregatet. Med traktorburet redskap och liten årlig användning dominerar maskinkostnaden. Med större areal blir efterhand gasolen den största delen av behandlingskostnaden. Arbetskostnaden blir förstås relativt större med de små handaggregaten.

Utöver kalkylerad behandlingskostnad är maskinkapaciteten, dvs behandlad areal per timme, en viktig faktor att ta hänsyn till vid maskinval. Särskilt vid ogräsbekämpning före grödans uppkomst har man som regel mycket kort tid på sig. Kapaciteten kan avgöra om man hinner behandla hela fältet! Vid beräkning av maskinkapacitet är det många faktorer att ta hänsyn till, bl a maskinbredd, körhastighet, antal vändningar, flaskbyte, inställningstider, radavstånd och fältets arrondering. Som underlag för de maskinkapaciteter som anges i tabell 15.2 och 15.6 har använts lantbruksnämndens kalkylunderlag, maskinbroschyrer och egen erfarenhet.

Tabell 15.2 Behandlingskostnader vid flamning med tre olika typer av flamaggregat för radodling. Maskinkostnaden är en avgörande kostnad. För varje redskapstyp har därför angetts tre alternativ på årlig arealanvändning.

Typ av flamaggregat	Areal ha/år	Maskin ** kr/ha	Traktor 80kr/tim kr/ha	Arbete 80kr/tim kr/ha	Gasol 10kr/kg kr/ha	Totalt /beh. kr/ha
<u>Traktorburet</u>	5	1750	96	96	400	2342
3 m arb.bredd	10	875	96	96	400	1467
kap. 1,2 tim/ha gasolf. 40 kg/ha	20	438	96	96	400	1030
<u>Hjulfuret</u>	1	1050	-	240	150	1440
1,5 m arb.bredd	2	525	-	240	150	915
kap. 3 tim/ha gasolf. 15 kg/ha *	4	262	-	240	150	652
<u>Ryggburet</u>	0,5	1050	-	640	150	1840
enradigt	1	525	-	640	150	1315
kap. 8 tim/ha gasolf. 15 kg/ha *	2	262	-	640	150	1052

\* Gasolförbrukningen avser bandflamning vid 50 cm radavstånd

\*\* Se tabell 15.1

### 15.5 Arbetskostnad för kompletterande ogräsbekämpning

I de flesta grönsakskulturer krävs åtskilliga timmars kompletterande handrensning av ogräs, även om man flamar bort ogräsen före uppkomst. Endast i några få grödor (majs och sättlök) finns förutsättningar att med enbart flamning och radrensning klara hela ogräsbekämpningen. Eftersom denna handrensningskostnad ofta är mångdubbelt högre än kostnaden för själva flamningen, är det väsentligt att man tar med handrensningen i en totalkalkyl.

Vid flamning på hårdgjorda ytor och i fruktodling behöver inte den kompletterande ogräsbekämpningen bli lika kostsam. Man kan här på ett annat sätt få bort ogräsen genom upprepade behandlingar, och kompletteringen består då mest i att man punktbekämpar svärbekämpade ogräshärdar.

Behovet av kompletterande handrensning efter flamning i t ex morotsodling varierar oerhört mycket från fall till fall. Det finns exempel på odlare (Teepen, 1988) som genom fördröjd sådd och odling på relativt ogräsfattig jord under vissa år kan nedbringa handrensningen till några få timmar per ha. Det finns å andra sidan odlare som trots flamning före uppkomst har en arbetsförbrukning på 200 tim/ha för handrensning. Variationerna beror mycket på total ogräsförekomst, typ av ogräs, såsteknik, väderlek före och efter uppkomst och hur man lyckas med flamningen (se vidare avsnitt 11.2).

En ganska normal erfarenhet bland odlare är att en lyckad flamning ersätter den första arbetskrävande handrensningen. Handrensningstiden under säsongen kan därigenom ungefär halveras till ca 100 tim/ha.

Det finns undersökningar som visar att arbetsåtgången och ogräsantalet följs åt ganska väl. I en tysk undersökning i morötter (tabell 15.3) visades t ex att obehandlade rader hade mer än tre gånger så många ogräs och tog mer än dubbelt så lång tid att handrensa jämfört med de flambehandlade (Geier, 1986).

Tabell 15.3. Ogräseffekt och arbetstidsförbrukning vid handrensning i morotsodling vid flamning före uppkomst (Geier, 1986)

Behandling i morotsodling	Ogräs		Tid för handrensning	
	antal/m <sup>2</sup>	rel.	min./parcell	rel.
Flambehandling före uppkomst	90	100	34,25	100
Obehandlat	285	316	79,50	232

I en dansk undersökning (Anonymus, 1953) med flamning före uppkomst i lök minskades ogräsmängden med 92% och tiden för handrensning med 87%. Det goda resultatet kan förklaras av mycket god markfuktighet och snabb groningen före grödans uppkomst. I egna undersökningar i morötter (tabell 11.2) och lök har liknande resultat erhållits.

### 15.6 Totalkostnad

Totalkostnaden för termisk ogräsbekämpning varierar mycket beroende på bekämpningssituationen. Här följer några exempel från morotsodling, blastdödning i potatis, fruktodling och hårdgjorda ytor i stadsmiljöer.

#### Morotsodling

En totalkalkyl för ogräsbekämpningen i morotsodling kan se ut som i tabell 15.4. Kalkylen är ett exempel på i vilken storleksordning kostnaderna kan hamna. Morötter har valts som exempel för att det odlas mycket morötter alternativt och att underlaget för kalkylen därför är relativt bra. Den största och avgörande kostnaden vid ogräsbekämpning i alternativ odling är alltså inte flamningen utan handrensningen. I kalkylen är arbetskostnaden beräknad för vuxen person med avtalsenlig lön plus sociala avgifter. Många odlare anlitar dock skolungdom eller annan billig arbetskraft och kan då givetvis minska arbetskostnaden.

Kostnaden för flamning är relativt liten även om man som i exemplet räknar med en hög maskinkostnad. Investeringskostnaden för ett större flamaggregat avskräcker många, men i en totalkalkyl är maskinkostnaden ändå blygsam. Det framgår tydligt av kalkylen att flamningen är en mycket lönsam åtgärd i alternativ odling, något som också alternativodlare är medvetna om.

Merkostnaden för icke-kemisk ogräsbekämpning är i kalkylen inte större än 15-22 öre per kg morötter. Denna merkostnad är inte avskräckande med tanke på att odlarpriset på alternativodlade morötter kan vara flera kronor högre än för konventionellt odlade morötter.

Problemet vid icke-kemisk ogräsbekämpning i grönsaksodling består snarare i att många odlare har stora svårigheter att få tag på villig arbetskraft för handrensningen. Flamningen minskar behovet av arbetskraft, men inte tillräckligt.

Morötter har här tagits som exempel, men kostnadsrelationerna mellan konventionell och alternativ ogräsbekämpning i tabell 15.4, kan förväntas bli ungefär lika för andra rotfrukter, där flamningen måste kompletteras med mycket handrensning. I kulturer som palsternacka och persilja som har längre uppkomsttid än morötter finns förutsättningar att få bort en större andel ogräs före grödans uppkomst, men i t ex rödbetor och kålrötter är det tvärtom. Merkostnaderna för icke-kemisk ogräsbekämpning kan bli mindre i kulturer som sättlök och majs, där man kan använda selektiv flamning.

Tabell 15.4. Beräkning av kostnader för ogräsbekämpning i morötter, vid tre olika bekämpningsalternativ. Uppgifterna för arbetsåtgång vid handrensning är ungefärliga och baseras på uppgifter från olika odlare. Stora variationer kan förekomma från fall till fall

Ogräsbekämpning morötter per ha	Konventionellt	Alternativ odling	
	Kemisk/ mekanisk	Termisk/ mekanisk	Mekanisk
<u>Sprutning (2ggr)</u>			
Maskin	90:-	-	-
Arbete + traktor	128:-	-	-
Afalon 2 kg/ha	238:-	-	-
Dosanex 3 kg/ha	534:-	-	-
<u>Flamning (1 gång)</u>			
Maskin	-	875:-	-
Arbete + traktor	-	192:-	-
Gasol 40 kg/ha	-	400:-	-
<u>Maskinhackning</u>	(2ggr)	(3ggr)	(3ggr)
Maskin, arbete + traktor	1.000:-	1.500:-	1.500:-
<u>Handrensning</u>	400:- (5mt)	8.000:- (100mt)	16.000:- (200mt)
Summa kostnader	2.390:-	11.367:-	17.500:-
Kostnad per kg	40 ton/ha 0:06 60 ton/ha 0:04	0:28 0:19	0:44 0:29

Beräkningsunderlag: 1 manstimme (mt) = 80:-, 1 traktortimme (tt) = 80:-. Sprutning, 12 m bred, 0,5 mt + 0,3 tt per sprutning. Flamning, 3 m bred, 1,2 mt + 1,2 tt, se vidare tabell 15.2. Maskinhackning, 6 rader, per hackning: kapital 140:-, 2 x 1,5 mt + 1,5 tt.

Totalekonomin vid alternativ morotsodling är dock inte lika lätt att uppskatta. Vid övergång till alternativ odling påverkas hela växtföljden och således även ekonomin för andra grödor. Skörden blir vanligen lägre i alternativ odling och det kan uppstå stora merkostnader för kontroll av skadeinsekter och för växtnäring.

### Blastdödning i potatis

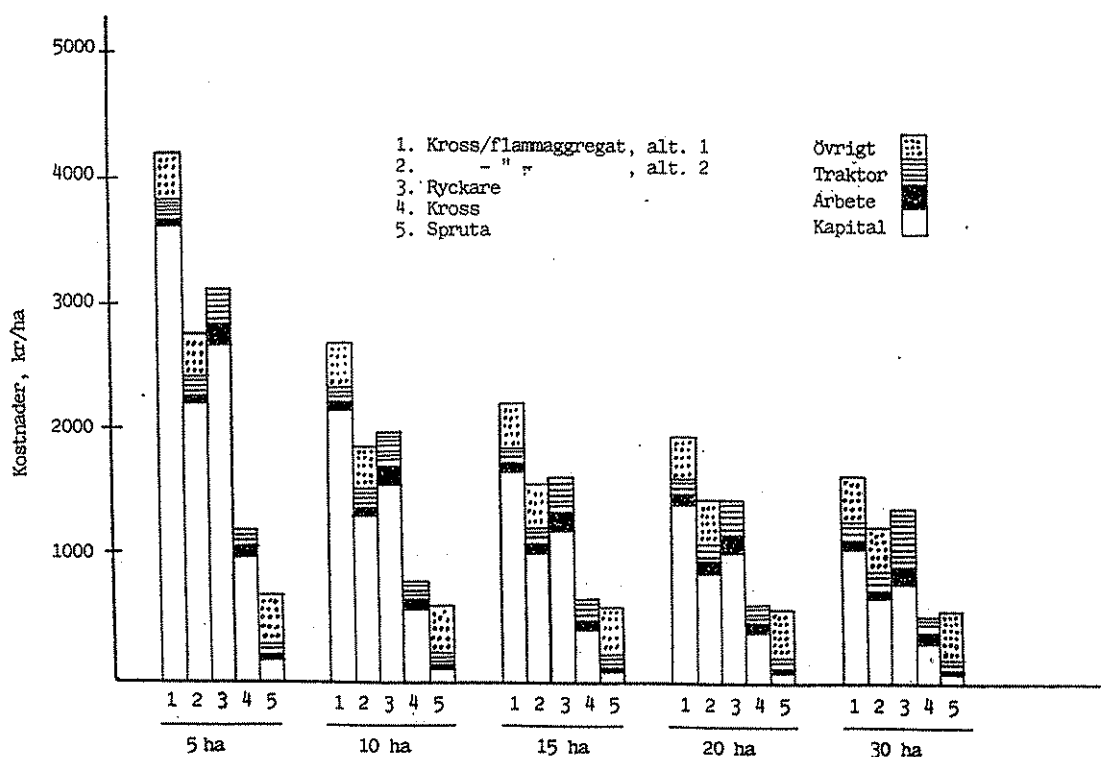
Kostnader för blastdödning i potatis med olika metoder har beräknats av Åkermo (1988) och redovisas i tabell 15.5 och figur 15.1.

Tabell 15.5. Återanskaffningsvärde för redskapssystem för blastdödning i potatis (Åkermo, 1988)

Nr	Maskin	kr
1	Blastkross + flamaggregat <sup>*</sup>	150.000
2	Blastkross + flamaggregat <sup>**</sup>	90.000
3	Blastryckare (Oldenhuis) (kross ingår)	95.000
4	Blastkross	40.000
5	Lantbruksspruta	25.000

\* Agro Dynamic LB 3,2

\*\* Billigare aggregat under utveckling



Figur 15.1. Totalkostnader för blastdödning i potatis med olika metoder (tabell 15.5) vid olika årlig användning. Övrig kostnad avser gasol resp. Reglone (efter Åkermo, 1988).

Det framgår av figur 15.1 att kemisk blastdödning är billigast och att de alternativa metoderna har en hög kapitalkostnad. Särskilt med det dyrare flamaggregatet blir kapitalkostnaden mycket hög. Skillnaden mellan metoderna minskar dock med ökad arealanvändning och vid en säsongskapacitet på 20-30 ha är krossning + flamning resp ryckning ungefär dubbelt så dyrt som sprutning. I kronor räknat innebär detta en merkostnad på 600-850 kr/ha, vilket inte är så avskräckande med tanke på att de totala odlingskostnaderna ligger runt 25.000 kr. Det räcker med ett prispåslag på några öre per kg potatis för att merkostnaden för icke-kemisk blastdödning ska vara betald. Det är fullt möjligt att få ett visst prispåslag för potatis som inte blastdödats kemiskt, även om den i övrigt odlats konventionellt.

För den kemiska blastdödningen är det intressant att notera att herbicidkostnaden är den dominerande kostnaden. Om priset på Reglone stiger blir de alternativa metoderna genast ännu intressantare.

### Fruktodling

Totalkostnaden för ogräsbekämpning i fruktodling kan grovt uppskattas med ledning av pris- och kapacitetssuppgifter för olika aggregat. Antalet nödvändiga behandlingar per år med olika metoder är en mycket avgörande faktor. I kalkylen i tabell 15.6 och 15.7 har antalet behandlingar och maskinkapaciteter uppskattats till realistiska medeltal för olika metoder. Variationer kan givetvis förekomma. Kapitalkostnaden för maskinerna har för enkelhetens skull schablonmässigt satts till 17,5 % av investeringskostnaden, oavsett maskintyp. Kostnaden fördelar sig på avskrivning 12,5 % (8 år), realränta 8 % på halva investeringsbeloppet (= 4 %) och 1 % underhållskostnad.

Uppgifterna för termisk bekämpning är endast uppskattningar eftersom det idag inte finns lämpliga flamaggregat för fruktodling på marknaden. Priset har satts till 50.000 kr för ett flamaggregat av motsvarande typ som ett prototypredskap från Alnarp. I större serietillverkning bör det vara möjligt att minska priset till 25.000 kr (alt.2).

Beräkningen i tabell 15.7 ska endast tas som en mycket grov uppskattning av i vilken storleksordning totalkostnaderna för ogräsbekämpning i en fruktodling kan hamna med olika metoder. Enligt kalkylen blir mekanisk och termisk bekämpning i runda tal dubbelt respektive tre gånger så dyr som kemisk bekämpning. Merkostnaderna beror främst på att det krävs fler behandlingar med de icke-kemiska metoderna.

Om man accepterar mer ogräs i odlingen kan antalet behandlingar minskas med alla tre metoderna, men relationerna mellan totalkostnaderna bör ändå bli likartade.

Mycket pekar på att mekanisk ogräsbekämpning och marktäckning kan bli mer konkurrenskraftiga än flamning i fruktodling. Flamning är främst en metod mot fröogräs, men i fruktodling är oftast roto-gräsen problem. De många behandlingarna gör flamningen till en dyr metod. Redskapen för mekanisk bearbetning i fruktodling behöver dock vidareutvecklas så att körhastigheten kan ökas, med bibehållen effekt på ogräsen i raden och runt om själva trädstammarna.

I kalkylen har endast behandlingskostnaderna tagits upp. Risken för direkta skador på trädens rötter och stammar bör också beaktas. De olika metodernas långsiktiga inverkan på marklivet och mineraliseringen i jorden är också mycket väsentliga. Dessvärre är dessa effekter också svåra att uppskatta.

Tabell 15.6. Kalkyldata till tabell 15.7 för beräkning av totalkostnad för ogräsbekämpning i fruktodling

	<u>Kemisk</u> sprutramp	<u>Mekanisk</u> fräs	<u>Termisk</u> flamaggr. Alt. 1	<u>Termisk</u> flamaggr. Alt. 2
	2 beh/år	6 beh/år	6 beh/år	6 beh/år
Maskinpris, kr	8.500	20.000	50.000	25.000
Kapital, kr/år (17,5 %)	1.488	3.500	8.750	4.375
Kapital, kr/ha (5 ha/år)	298	700	1.750	875
Tidsåtgång, tim/ha	1,5	3	2	2
Arbete, 80:-/tim per beh. kr/ha	120	240	160	160
Traktor, 80:-/tim per beh. kr/ha	120	240	160	160
Gasol, 10:-/kg per beh. kr/ha	-	-	250	250
Antal behandlingar/år	2	6	6	6

Tabell 15.7. Totalkostnad för ogräsbekämpning i fruktodling, enligt schablonmässig beräkning. Kalkyldata från tabell 15.6. Kalkylen avser ogräsbekämpning på en meter på vardera sidan av trädraden i en fruktodling med gräsbana och 5 meters radavstånd. Arealangivelserna avser brutto-ha (= 2,5 netto-ha).

	<u>Kemisk</u> sprutramp	<u>Mekanisk</u> fräs	<u>Termisk</u> flamaggr. Alt. 1	<u>Termisk</u> flamaggr. Alt. 2
Kostnader kr/ha	2 beh/år	6 beh/år	6 beh/år	6 beh/år
Kapital	298	700	1.750	875
Arbete	240	1.440	960	960
Traktor	240	1.440	960	960
Gasol	-	-	1.500	1.500
Herbicider*	800	-	-	-
Totalkostnad/ha	1.578	3.580	5.170	4.295

\* Sinbar + Printop på våren + Certrol Trippel under sommaren

Risken för skador på trädens ytliga rotsystem anses vara störst med mekaniska metoder. Skördeminskningen på grund av rotskador vid mekanisk bearbetning under träden är svår att uppskatta och beror bl a på grundstammens rotdjup och tidigare markbehandling (Ericsson, 1988). Många är dock av uppfattningen att rotskadorna blir mindre om man redan från nyplantering bearbetar jorden mekaniskt, eftersom rötterna då aldrig letar sig upp till ytan. Med kemisk och termisk bekämpning elimineras risken för mekaniska rotskador. Stamskador kan däremot uppstå vid både kemisk, mekanisk och termisk bekämpning vid felaktig behandling, särskilt på yngre träd med ömtålig bark.

Beträffande marklivet har många fruktodlare med konventionell kemisk bekämpning märkt att det inte finns daggmaskar under träden. Det är dock inte klarlagt om denna utarmning av marklivet beror på ogräsmedlen eller svamp- och insektsmedlen. Mekanisk bekämpning påverkar också marklivet och kan skada marklevande insekter. Intensiv jordbearbetning anges t o m i äldre litteratur som en bekämpningssåtgärd mot skadeinsekter. Vid flamning tränger inte värmen ner i marken mer än högst några millimeter, men insekter på markytan kan givetvis ta skada vid behandling. Nedbrytning och omsättning av dött organiskt material på markytan kan också påverkas vid flamning.

Mekanisk bearbetning ökar markens mineralisering (frigörning) av näringssämen. Men är ökad mineralisering enbart positiv?

För att kunna avgöra vilka metoder som är bäst ur ekologisk synpunkt behövs mer kunskaper om olika metoders påverkan på odlingens ekosystem och på markens långsiktiga avkastningsförmåga.

### Hårdgjorda ytor

Kostnaden för termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor i stadsmiljöer är helt beroende på antalet nödvändiga behandlingar per år och på vilken utrustning man använder. Antalet behandlingar beror på vilken utseendemässig standard man kräver på ytorna, hur mycket ogräs och vilka arter det finns från början och hur öppna och åtkomliga ytorna är.

Svenska undersökningar har visat att det för stenbelagda ytor i medeltal krävs minst 5 behandlingar och för grusytor minst 7 behandlingar per år för lägsta godtagbara skötselstandard (Nyström & Svensson, 1988). Resultaten sammanfattas i tabell 15.8. Beräkningarna visar att årskostnaden för termisk bekämpning på hårdgjorda ytor kan variera mellan 1:00 och 2:75 kr/m<sup>2</sup>, beroende på typ av underlag och maskin. Handbrännare används endast för s k putsbekämpning längs kanter och liknande.

Kostnaden för termisk ogräsbekämpning skall ställas i relation till andra bekämpningsmetoder, men det är ännu brist på sådana väldokumenterade jämförelser. En jämförelse visade att termisk bekämpning är sex gånger dyrare än kemisk bekämpning, men avsevärt billigare än manuella metoder (tabell 15.9). Andra bedömningar tyder på att termisk bekämpning inte behöver bli mer än dubbelt så dyr som kemisk bekämpning (Nyström och Svensson, 1988). Rationella mekaniska metoder, typ sladdning och sopning, i den utsträckning sådana är möjliga att använda, kan bli konkurrenskraftiga alternativ till termisk bekämpning.



Tabell 15.8. Kostnader för termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor med olika typer av aggregat. Medeltal för olika aggregattyper och underlag (efter Nilsson et al, 1988; Nyström & Svensson, 1988)

Typ av utrustning: Modell:	Traktorburen Agro Dynamic PV 90	Hjulburen Primus Svenska Heatfighter 450	Handburen Handbrännare
Arbetsbredd:	90 cm	45 cm	15 cm
Praktisk maskinkapacitet $m^2/tim$	2500	750	150
Timkostnad för maskinsystem inkl. förare och gasol, kr	332:-	200:-	150:-
Kostnad, $kr/m^2$ och behandling inklusive spilltid	0:20	0:39	1:33
Årskostnad på stenbelagda ytor, $kr/m^2$ , 5 beh./år	1:00	1:95	6:65
Årskostnad på grusytor $kr/m^2$ , 7 beh./år	1:40	2:75	9:30

Tabell 15.9. Jämförelser av manuell, termisk och kemisk ogräsbekämpning i ett försök på Pildammsparkens amfiteater i Malmö. Teatern består av 600 kvadratmeter smågatsten i trappstegsformation (efter Svensson et al, 1986)

Ogräsbekämpning	Manuell handverktyg	Termisk handbrännare	Kemisk
Kostnad, kr/behandling	7.328:-	1.178:-	720:-
Kostnad, $kr/m^2$	12:20	1:97	1:20
Årskostnad, $kr/m^2$	36:60 (3 beh)	5.90 (3 beh)	1:20 (1 beh)

Där man inte får eller vill använda kemiska medel på hårdgjorda ytor är alternativen få. På mindre ytor t ex torg och lekplatser, där man inte på ett rationellt sätt kan behandla med sopmaskiner eller sladdplankor är termisk bekämpning med mindre aggregat idag utan konkurrens enligt Nyström & Svensson (1988). Har man stora ytor, i storleksordningen över 50.000 kvadratmeter är traktorburna aggregat lämpliga. För mindre ytor är hjulburna och handburna utrustningar lämpligare.

## 16. SLUTSATSER

Termisk ogräsbekämpning med flamning är ingen metod som generellt kan ersätta kemisk ogräsbekämpning. Flamning är främst en metod för specialgrödor, grönsaker, potatis och vegetationsfria ytor och inget som löser jordbrukets ogräsproblem i stort. Metoden kan inte rent ekonomiskt jämföras med kemisk bekämpning. Flamning skall istället betraktas som ett hjälpmedel, som i de flesta fall måste kompletteras med mekaniska, manuella eller kemiska metoder. Flamningens kanske största nackdelar jämfört med kemisk bekämpning är att man inte får någon långtidsverkan mot ogräset och att selektiviteten mellan ogräs och kulturväxt är relativt svag.

Flamning är en energikrävande bekämpningsmetod, jämfört med både kemiska och mekaniska metoder (tabell 2.1). Man förbränner stora mängder av en ändlig naturresurs. Även om förbränningen av gasol är mycket ren bildas vid all förbränning av fossila bränslen koldioxid och kväveoxider. Man bör därför ur resurs- och miljösynpunkt föredra mekaniska metoder när så är lämpligt. Flamning löser dock flera problem som idag inte kan klaras mekaniskt.

### Grönsaksodling och lantbruk

För den som inte har något emot kemiska medel och även i framtiden har möjlighet att använda herbicider till rimliga priser, har flamning förmodligen litet intresse. I grödor där bra herbicider saknas och/eller om tillgången på herbicider i framtiden begränsas genom lagstiftning, avgifter etc. blir termisk ogräsbekämpning genast mer intressant.

Vid odling helt utan kemiska bekämpningsmedel, och då speciellt i grönsaksodling, är flamningen utan tvivel ett mycket lönsamt och arbetsbesparande hjälpmedel. Flamning är helt enkelt för många odlare en förutsättning för en någorlunda storskalig grönsaksproduktion utan kemiska medel.

Vid odling utan kemiska medel har förebyggande åtgärder, varierad växtföljd och mekanisk bekämpning större betydelse än vid konventionell odling. Merkostnaden för ogräsbekämpningen kan täckas av merpriset för alternativt odlade produkter, men den totala ekonomiska bilden är svår att uppskatta eftersom hela växtföljden måste läggas om och andra faktorer som skadegörare, avkastning och gödselanskaffning också påverkas vid övergång till alternativ odling.

Problemen vid alternativ odling av grönsaker beror idag inte så mycket på merkostnaden i kronor, utan snarare på att många odlare har stora svårigheter att få tag på villig arbetskraft för handrensningen. Flammningen minskar behovet av arbetskraft, men inte tillräckligt. För många odlare är det faktiskt bristen på arbetskraft som hindrar dem från att utöka sin alternativa grönsaksodling!

Man kan på olika sätt minska handrensningsarbetet vid grönsaksodling utan kemikalier. Med fördröjd sådd, precision vid flammningen och noggrann radrensning kan man komma en bit på vägen. Genom dessa åtgärder har många odlare lyckats minska handrensningen avsevärt, men i de flesta odlingar krävs ändå åtskilliga timmars handrensning. För att kunna kontrollera ogräsen rationellt krävs därför en radikalt förbättrad teknik för radrensning, där arbetet bör inriktas på att komma så nära raden som möjligt utan att skada kulturväxten. Nya koncept av radrensare med annorlunda bearbetningsverktyg och styrutrustning finns på marknaden och andra är under utveckling.

### Blastdödning i potatis

För blastdödning i potatis är tekniken med krossning och flammning mycket nära praktisk tillämpning. Intresset för alternativ till kemisk blastdödning är mycket stort hos odlare och konsumenter, även om potatisen i övrigt odlats med konventionella metoder. Det finns redan fungerande flamaggregat för ändamålet, om än till ett högt pris. Tekniken är både arbetsmässigt och hygieniskt tilltalande och dessutom ekonomiskt konkurrenskraftig.

### Frukt- och bärodling

I frukt- och bärodling har flammning också förutsättningar att användas, men det saknas ännu lämpliga redskap på marknaden. Den främsta fördelen framför mekaniska metoder är att man inte stör rotsystemet och att man på ett smidigare sätt kan komma åt ogräsen i raden. Flammning har dock svag effekt mot fleråriga ogräs, och det krävs många behandlingar per år. Det blir därför en dyr metod. Om de mekaniska redskapen förbättras kan de bli konkurrenskraftiga alternativ till både kemisk och mekanisk ogräsbekämpning.

### Hårdgjorda ytor

Inom kommunal förvaltning är termisk ogräsbekämpning idag en respekterad metod på hårdgjorda ytor, t ex stensatta ytor och lekplatser, där man inte får eller vill använda kemiska medel. Kemisk bekämpning är och förblir troligen billigast under överskådlig framtid. Termisk ogräsbekämpning och andra alternativa metoder blir dyrare främst för att det krävs många behandlingar per år. De kemiska medlen blir dock alltmer ifrågasatta och mer än hälften av Sveriges kommuner har redan infört förbud mot kemisk bekämpning på deras egen mark och andra avstår frivilligt från kemiska medel bara de finner rimliga alternativ.

När man inte vill eller får använda kemiska medel, är termisk bekämpning ett mycket konkurrenskraftigt alternativ till manuell bekämpning med skyffeljärn. Utöver att manuella metoder är dyra upplevs arbetet som tråkigt och resulterar i sjukskrivningar och förslitningsskador i armar och axlar hos parkarbetarna. Mekaniska redskap som sopmaskiner och sladdharvar är under utveckling och kommer förmodligen att bli konkurrenskraftiga alternativ på större hårdgjorda ytor.

## Framtidsutsikter

När man söker efter alternativ till kemisk bekämpning handlar det således inte om den ena eller andra metoden. Flamning är i vissa fall bäst, i andra sammanhang mer likvärdig andra metoder och i en del fall sämre än mekaniska metoder. Utvecklingen de närmaste åren får visa vilka maskinsystem som blir mest konkurrenskraftiga.

Till flamningens fördelar framför kemisk bekämpning hör de miljömässiga aspekterna att gasolflammorna inte lämnar kemiska restsubstanser i jord eller växter. Det kan inte heller ske någon vindavdrift eller utlakning av skadliga ämnen till grundvattnet och slutligen riskerar man ingen skadlig verkan på efterföljande grödor. Flamning har också ett bredare verkningspektrum än många kemiska ogräsmedel och har effekt även mot herbicidresistenta ogräs.

Termisk bekämpning löser flera ogrässituationer som idag inte klaras mekaniskt. Det är också en fördel i många sammanhang att inte bearbeta jorden.

Tekniken för termisk ogräsbekämpning är långt ifrån färdigutvecklad, och kan närmast beskrivas som rudimentär i jämförelse med utrustning för kemisk bekämpning. Avsaknaden av bra och prisvärda redskap har fått till följd att de flesta använder enkla handbrännare eller bygger egna redskap. Denna utveckling är inte tillfredsställande. Alltför många hemmabyggen har allvarliga säkerhetsmässiga brister i gasolinstallationen. Rent tekniskt är hemmabyggena ofta primitiva med låg kapacitet och hög driftskostnad. Först de senare åren har det dykt upp fabrikstillverkade aggregat med helt inbyggda, värmeisolerade flammor, vilket medger högre körhastighet och lägre gasförbrukning. Priser på 50 - 100.000 kronor har dock avskräckt många. En förutsättning för att tekniken ska nå ut till en större krets är att det kommer igång serietillverkning av aggregat till rimliga priser.

En annan mycket viktig hämmande faktor för tekniken är att det saknas grundläggande kunskap om termisk ogräsbekämpning. Framgångarna hittills bygger mycket på upprepade misslyckanden. Man vet förvånansvärt lite om hur man mest effektivt tar död på ogräs med höga temperaturer. Vilket är det optimala förhållandet mellan temperatur, exponeringstid och värmeeffekt i olika situationer? Innan vi har svar på bland annat dessa frågor kan vi inte heller konstruera och använda aggregaten på bästa sätt.

Det behövs en kraftig insats av forskning och utveckling av termisk ogräsbekämpning för att metoden ska bli mer konkurrenskraftig och nå upp till den utveckling som kännetecknar kemisk bekämpning.

## 17. SAMMANFATTNING

Termisk ogräsbekämpning är ett samlingsnamn på metoder som använder höga temperaturer eller strålning för att bekämpa ogräs. Bland termiska metoder kan nämnas flamning, infraröd strålning, vattenånga, mikrovågor och elektrisk ogräsbekämpning med högspänd elström eller gnisturladdning. Flamning med gasolbrännare är nästan den enda termiska metoden som idag används kommersiellt. Metoden används idag mest inom alternativ odling av grönsaker och inom offentlig parkförvaltning. Till vanliga lantbruksgrödor är flamning knappast aktuell, mer än i undantagsfall.

Vid flamning orsakar flammorna en snabb upphettning av växten så att cellerna i bladen brister. Det räcker att växten upphettas till ca 100°C under 0,1-1 sekund. Ovanjordiska växtdelar vissnar ner, men flammorna har ingen effekt på växtdelar under markytan. Flertalet mindre fröogräs dör således ofta av en behandling, medan gräs, rosettaktiga ogräs och fleråriga ogräs kräver upprepade behandlingar för att tröttas ut.

Gasol (propangas) är det vanligaste bränslet. Förbränningen är mycket ren och ger mycket lite skadliga restsustanser. Uppvärmningen av marken är mycket kortvarig och värmen tränger inte ner mer än högst några millimeter. Skadlig påverkan på marklivet är därför inte sannolik.

Den vanligaste användningen i grönsaksodling är flamning före grödans uppkomst i långsamt groende växtslag som morot och lök. I några växtslag som lök, majs och potatis kan flamning göras i raden när grödan börjar komma upp och sedan igen från 15 cm höjd. Flamning som radrensning är en möjlighet på jordar där mekanisk radrensning vållar problem. För blastdödning i potatis är blastkrossning följt av flamning en lovande metod som redan börjat tillämpas utomlands. Flamning kan också användas i frukt- och bärodling, vid specialodlingar av medicinalväxter och liknande. Under de senaste åren har termisk ogräsbekämpning börjat användas kommersiellt i kommuner. Metoden är dock begränsad till hårdgjorda ytor och används inte i planteringar.

Nya flamaggregat skiljer sig markant från dem som användes på 60-talet. De flesta utrustningar drivs med gasol men det finns några mindre aggregat för fotogendräft. Det finns specialredskap för olika ändamål. Fabrikstillverkade redskap är dyra, därför bygger många grönsaksodlare egna aggregat. Flamaggregat finns med arbetsbredd från 0,2 till 4,5 m. Körhastigheten varierar för olika redskap mellan 1 och 9 km/tim, men 2-6 km/tim är vanligt. Värmedosen regleras främst med körhastigheten och anpassas till typ och storlek på ogräsen samt väderlek.

Vid val av utrustning bör stor vikt fästas vid både säkerhetskrav och tekniska funktionskrav. Olika fabrikat skiljer sig bl a med avseende på säkerhetsanordningar, system för gasolförsörjning, brännartyp och avskärningsanordning för flammorna. Redskapen har vanligen flammorna avskärnade under en isolerad stålskärm.

Gasolförbrukningen kan variera mellan 25 och 60 kg/ha. Gasolpriset varierar från ca 6 till 12 kr/kg. Det högre priset gäller för flaskgasol till småförbrukare. Gasolkostnaden kan därför variera mellan 150 och 720 kr/ha. Rent ekonomiskt kan inte flamning i dagsläget konkurrera med herbicider, men metoden är intressant i vissa grödor om man vill eller måste minska herbicidanvändningen. Flamning måste vanligen kompletteras med mekaniska, manuella eller kemiska metoder.

Totalkostnaden för termisk ogräsbekämpning blir för morotsodling upp till 5 gånger högre än kemisk bekämpning. För blasdödning i potatis blir kostnaden 2-3 gånger högre, för fruktodling 3 gånger högre, och för hårdgjorda ytor upp till 6 gånger högre än med kemisk bekämpning. Det är inte främst gasolkostnaden som gör den termiska bekämpningen dyrare. I grönsaksodling utgörs den stora merkostnaden av arbetet för att handrensa det ogräs som inte klaras termiskt eller mekaniskt. Vid blasdödning i potatis utgör flamaggregatets kapitalkostnad mer än hälften av totalkostnaden. Vid ogräsbekämpning i fruktodling och på hårdgjorda ytor i stadsmiljöer beror merkostnaden främst på att det krävs fler behandlingar per år än med kemisk bekämpning.

För fruktodling och blasdödning i potatis blir termisk bekämpning även något dyrare än mekaniska metoder. I morotsodling och på hårdgjorda ytor blir däremot termisk bekämpning avsevärt billigare än mekanisk och manuell bekämpning, beroende på att det saknas rationella mekaniska metoder. Termisk ogräsbekämpning är framför allt ett mycket lönsamt hjälpmedel när man inte vill eller får använda kemiska medel och alternativet är att rensa ogräs för hand.

En kraftig insats av forskning och utveckling av termisk ogräsbekämpning behövs för att metoden skall bli mer konkurrenskraftig och nå upp till den utveckling som kännetecknar kemisk bekämpning.

## 18. SUMMARY

Thermal weed control is a collective term for various methods that use high temperatures or radiation to control weeds. These thermal methods include the use of flames, infra-red radiation, steam, microwaves, electrical treatment using high voltage current with continuous contact or spark discharges. Flaming with LPG-burners (liquefied petroleum gas), however, is almost the only thermal method used commercially today. Flaming is used mostly in alternative vegetable growing and in the maintenance of public parks. Weed control by flaming in ordinary farm crops is the exception rather than the rule.

When flaming, the flames cause a rapid rise in temperature in the plant so that the cells in the leaves burst. It is sufficient to heat the plant to 100°C for 0.1-1 second. The parts of the plant that are above ground wilt and then wither, but the flames do not affect those parts that are under the soil surface. Thus, most small seed weeds die after one treatment, whereas grass, weeds with a leaf rosette, and perennial weeds require several treatments in order to exhaust them.

The most common fuel used in flaming today is LPG (propane gas). The combustion is very clean and considered to leave very few harmful residual substances. The soil is heated for a very short period and heat penetration is superficial, to the depth of a few millimetres at the most. It is therefore unlikely that organisms in the soil are affected.

In vegetables, flaming is mostly used in slowly germinating crops such as carrots and onions, before the crop emerges. In certain vegetables such as onions, maize and potatoes, it is possible to use flaming in the row when the crop is beginning to emerge and then after it is 15 cm high. It is also possible to use flaming to control weeds in between rows in row-crops on soil that is not suitable for mechanical weeding. Potato stalk beating followed by potato haulm desiccation by flaming is a promising method already in use in some European countries. Flaming can also be used in fruit orchards, berry growing and in specialized crops such as medicinal plants etc. During the last few years, thermal weed control has come into commercial use in municipal areas. However, it is limited to hard surfaces and not used on green surfaces such as flower beds, shrubberies etc.

New flaming equipment differs considerably from that used during the 1960s. Most types of equipment use LPG, but certain smaller outfits use paraffin (kerosene) as a fuel. There are specially adapted machines for different usages. Factory produced outfits are expensive, and so many vegetable growers build their own. The working width of different outfits varies between 0.2 and 4.5 metres. The speed of the outfit can vary between 1 and 9 km/hour, but usually lies between 2 and 6 km/hour. The heat intensity is regulated mainly by the speed and is adapted to suit weed type and size and weather conditions.

When choosing flaming equipment, great attention should be paid to requirements on safety and technical performance. Different makes differ where safety devices, LPG-supply system, types of burner, and arrangements for insulating the flames are concerned. Usually, the flames are screened off by an insulated steel hood.

The consumption of LPG can vary between 25 and 60 kg/ha. LPG costs between 6 and 12 SEK/kg. The higher price applies to bottled LPG sold to small consumers. The fuel cost can therefore vary between 150 och 720 SEK/ha. Flaming cannot compete with herbicides from the purely financial point of view, but the method is of interest for use in certain crops if the grower wishes or is compelled to cut down on the use of herbicides. Flaming usually needs to be supplemented by mechanical, manual or chemical methods.

Thermal weed control in carrots costs up to five times as much as chemical methods. For potato haulm desiccation it is 2-3 times as expensive, in fruit orchards it is 3 times as expensive and on hard surfaces it costs up to 6 times as much as chemical weed control. It is not the fuel costs that make thermal methods more expensive. In vegetables, the greater part of the higher costs is due to the need for handweeding where mechanical and thermal methods are inadequate. The cost of the outfit used for haulm desiccation represents more than half the total cost. Where weed control in fruit orchards and on hard surfaces in urban areas is concerned, the higher cost is due to the fact that with thermal methods a greater number of treatments per year are required than with chemical methods.

Thermal methods used in fruit orchards and for haulm desiccation are also slightly more expensive than mechanical methods. In carrots and on hard surfaces, however, thermal weed control is considerably cheaper than mechanical and manual methods since there exist no efficient mechanical methods. Thermal weed control is above all a very profitable aid when a grower does not wish to, or is not allowed to use chemicals and the only alternative is weeding by hand.

A large effort in research and development of thermal weed control needs to be made so that it can become more competitive and reach the same development level as chemical weed control.



## LITTERATUR

- Agro Dynamic, 1987. Broschyrer. Den Haag, Holland.
- Ahlstedt, B. 1986. Personligt meddelande. By Smidesverkstad, 683 03 Råda.
- Albrecht, E. 1985. Umweltneutrale Massnahmen zur Beseitigung von unerwünschtem Bewuchs auf befestigten Flächen. Dissertation. Der Technischen Universität Berlin. 167 s.
- Andersson, J. A. 1987. Personligt meddelande. SJ Banregionkontor, Göteborg.
- Anonymus. 1953. Forsøg i kepaløg. Tidskrift for plantavl. 56:98-101.
- Anonymus. 1987. Unkrauttod durch Infrarot. Wärmestrahlung als umweltfreundliche Alternativen zum Herbizid-Einsatz. Deutscher Gartenbau, nr 30:1781-1782.
- Ascard, J. 1986. IFOAM-konferensen 1986. Mekanisk och termisk ogräsbekämpning går framåt. Alternativodlaren, nr 2, s. 18-22.
- Ascard, J. 1987a. Försöksberättelse 1986. Termisk ogräsbekämpning i trädgårdsodling. Stencil, 17 s. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för lantbruksteknik. Alnarp.
- Ascard, J. 1987b. Flamning av ogräs i grönsaksodling. Alternativodlaren nr 1, s. 15, 18, 20-26.
- Ascard, J. 1987c. Artikelserie om termisk ogräsbekämpning i trädgårdsodling i Viola Trädgårdsvärlden:  
\* Varför termisk bekämpning? nr 13, s.7  
\* Termisk bekämpning - inte bara flammor! nr 13, s.7  
\* Flamning - gammal metod i ny skepnad! nr 13, s. 8-9.  
\* Ogräsflamning i grönsaksodling. nr 15, s. 6-7.  
\* Ogräsflamning i frukt- och bärödling. nr 19, s. 6-7.  
\* Är termisk ogräsbekämpning något att satsa på ? nr 19, s. 7.
- Ascard, J. 1987d. Termisk ogräsbekämpning i köksväxtodling. Försöksledarmötet i Alnarp 1987. Sveriges lantbruksuniversitet. Konsulentavdelningens rapporter, Trädgård 328, 17:1-9
- Ascard, J.; Wext, Å. & Olsson-Sörensson, M. 1987. Termisk ogräsbekämpning som radrensning i sockerbetsodling - 1987. Orienterande försök och provning av ett holländskt prototypredskap för radflamning. Stencil, 10 s. SLU, Inst. för lantbruksteknik, Alnarp/ Sockerbolaget AB, Jordbruksteknik, Staffanstorps.
- Ascard, J. 1988a. Termisk ogräsbekämpning. Flamning - en utvecklingsbar metod för radodlade specialgrödor och blastdödning i potatis. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Ogräs och ogräsbekämpning. 29:e svenska ogräskonferensen. Del 1. Rapporter. s. 221-232.  
English translation in: Thermal weed control in flame treatment - a useful method for row-cultivated crops and haulm-killing in potatoes. Swedish University of Agricultural Sciences, S-750 07 Uppsala. Weeds and Weed Control. 29th Swedish Weed conference. Vol. 1. Reports. p.194-207.

- Ascard, J. 1988b. Termisk ogräsbekämpning med fläming i lök. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp. Trädgårdskonferensen i Alnarp 1988. Konsulentavdelningens rapporter, Trädgård. (under tryckning)
- Bendelin, G. 1987. Personligt meddelande. Alternativodlare. Östergarn. Gotland.
- Berg, H. & Synnerholm, L. 1988. Personliga meddelanden. Sprängämnesinspektionen, Solna.
- Biofarm Genossenschaft. 1987. Broschyrer, prislista, personliga meddelanden. Kleindietwil, Schweiz.
- Blangstrup Jørgensen, M. (red.) 1982. Grønsager på friland. Gartnerinfo. Köpenhamn. 480 s.
- Bohgard, M.; Holmstedt, G. & Korhonen, M. 1988. Arbetsmiljö vid termisk ogräsbekämpning. Lunds Tekniska och Naturvetenskapliga högskola. 27 s.
- Borst, H. 1987. Personligt meddelande. Borst B.V.; Apeldorn, Holland.
- Bowser, P.H. 1963. Flaming for weed control. American Vegetable Grower. 11(5)s. 18,36.
- Castille, C. & Ghesquière, P. 1985. Flame weeding trials on seeded onions 1983. In: Flame cultivation for Weed control. Proceedings of the international meeting, 20-22 nov. 1984, Namur Belgien. s. 26-33.
- Danielsson, J. 1987. Personligt meddelande. Alternativodlare. Degerhamn.
- Diprose, M. F. & Benson, F.A. 1984. Electrical Methods of Killing Plants. J.Agric.Engng Res. 30: 197-209.
- Diprose, M. F.; Benson, F. A. & Willis, A. J. 1984. The Effect of Externally Applied Electrostatic Fields, Microwave Radiation and Electric Currents on Plants and other Organisms, with Special Reference to Weed Control. The Botanical Review 50: 171-223.
- Diprose, M. F.; Fletcher, P. C.; Longden, P.C. & Champion, M. J. 1985. Use of electricity to control bolters in sugar beet (*Beta vulgaris* L). A comparative study of the electrothermical with chemical and mechanical cutting methods. Weed Research 25: 53-60.
- Ekberg, P-O. 1987. Personligt meddelande. Jörnello AB, Kattarp.
- Ellwanger, T. C. Jr.; Bingham, S. W. & Chapell, W. E. 1973a. Physiological Effects of Ultra-High Temperatures on Corn. Weed Science 21 (4): 296-299.
- Ellwanger, T. C. Jr.; Bingham, S. W.; Chapell, W. E. & Tolin, S. A. 1973b. Cytological Effects of Ultra-High Temperatures on Corn. Weed Science 21 (4): 299-303.
- Engel, R. 1969. Versuche zur Unkrautbekämpfung durch Abflammen im Weinbau. Der Deutsche Weinbau.3. Sonderausgabe. s. 523-527.
- Ericsson, N-A. 1988. Personligt meddelande. Försöksledare. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för trädgårdsvetenskap, Alnarp

- Fykse, H. 1985a. Arbeids-, energiforbruk og kostnad ved ulike metodar for ugrastying. (Statens plantevern, Norge). Aktuell fra statens fagtjenste for landbruket. Informasjonsmöte Plantevern 1985. Nr 2. s 71-78.
- Fykse, H. 1985b. Termisk ugrastying. (Statens plantevern, Norge). Aktuell fra statens fagtjenste for landbruket. Informasjonsmöte Plantevern 1985. Nr 2. s 79-87.
- Gasolboken. 1987. Gasolboken. Utvinning, hantering och användning av gasol. Statens Energiverk 1987:6. Stockholm. 131 s.
- Geier, B. 1986. Systeme der Abflamntechnik und mögliche Arbeitsersparnis. Uppsats i: Hoffmann, M. & Geier, B. 1987. Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung: Methoden der mechanischen und thermischen Regulierung. (Alternative Konzepte 58). Karlsruhe: Müller. s.143-149.
- Geier, B. & Vogtmann, H. 1986. Control of weed in corn (maize) without herbicides. 8 s. Gesamthochschule Kassel, Nordbahnhofstr. 1 a, D-3430 Witzenhausen 1. Västtyskland.
- Geier, B. 1987. Personligt meddelande. Forskare, Gesamthochschule, Kassel, Witzenhausen, Västtyskland.
- Grimlund, J. 1987. Personligt meddelande. Alternativodlare. Gotland.
- Hansen, C. M. & Gleason, W. 1965. Flame Weeding of Grapes, Blueberries and Strawberries. Proceedings. Second annual symposium. Use of flame in agriculture. St Louis, Missouri. s.7-8.
- Hjalmarsson, I. & Fernqvist, I. 1988. Odlingfakta om blåbär. Fukt- och bärodling. nr 1:66-68.
- Hellgren, A. 1987. Personligt meddelande. Produktchef. Primus Svenska AB Stockholm.
- Hoffman, M. 1985. Abflamntechnik. KTBL-Schrift 243. Landwirtschaftsverlag. Munster-Hiltrup. 81 s.
- Hoffman, M. 1987. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Abflamntechnik. Uppsats i: Hoffmann, M. & Geier, B. 1987. Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung: Methoden der mechanischen und thermischen Regulierung. (Alternative Konzepte 58). Karlsruhe: Müller. s.137-142.
- Hoffmann, M. & Geier, B. 1987. Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung: Methoden der mechanischen und thermischen Regulierung. (Alternative Konzepte 58). Karlsruhe: Müller. 192 s.
- Holmøy, R. & Hoftun, H. 1980. Metoder og utstyr ved høsting av matlök til lagring. 59 s. Landbruksteknisk institutt, 1432 Ås-NLH. Forsøgs-melding nr 30.
- Irgens, H. 1987. Personligt meddelande. Produktchef. Primus Svenska AB Stockholm.
- JTI. 1986. Aktuell från Jordbrukstekniska institutet. Årsberättelse 1985-86. Meddelande nr 415. s 53-55.

- JTI. 1987. Aktuellt från Jordbrukstekniska institutet. Årsberättelse 1986-87. Meddelande nr 419. s 32-34.
- Karlström, H. 1988. Personligt meddelande. Alternativodlare. Sala.
- Kaufman, K.R. & Schaffner, L. W. 1982. Energy and Economics of Electrical Weed Control. Transactions of the ASAE: 297-300.
- Kepner, R. A.; Bainer, R. & Barger, E. L. 1978. Principles of farm machinery. Third edition. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. 527 s.
- Kress, W. 1987. Die Reihenhackbürste - eine neue Entwicklung in der mechanischen Beikrautregulierung. Uppsats i: Hoffmann, M. & Geier, B. 1987. Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung: Methoden der mechanischen und thermischen Regulierung. (Alternative Konzepte 58). Karlsruhe: Müller. s. 83-88.
- Lalor, W. F. & Buchele, W. F. 1970. Effects of Thermal Exposure on the Foliage of Young Corn and Soybean Plants. Transactions of the ASAE, s. 534-537.
- De Leeuw, J. M. 1971. Loofbranders. Landbouwmechanisatie s. 609-614.
- De Leeuw, J. M. 1972. Hittebehandeling van aardappelroofter (Flame treatment of potato haulm). Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie. Wageningen. Publikatie 168. 19 s.
- Libäck, H. 1986. Personligt meddelande. Kärebackstrand, Sysleback.
- Mantinger, H. & Gasser, H. 1986. Einfluss von Alternativmethoden zur chemischen Streifenbehandlung in Obst-Junganlagen. Erwerbsobstbau Nr 2, s.34-38.
- Morez, R. 1985. Flame weeding control on late carrot crops in the south east of France. In: Flame cultivation for Weed control. Proceedings of the international meeting, 20-22 nov. 1984, Namur Belgien. s. 25.
- Müller, H. 1969. Ergebnisse aus der Kreis-Rebenveredlungsanstalt Dirmstein, Pfalz. Der Deutsche Weinbau. 3. Sonderausgabe. s. 528-529.
- Nilsson, B. 1986. Personligt meddelande. Distriktsförsöksledare, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.
- Nilsson, Kj., Nyström, P & Svensson, S-E. 1988. Termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Gröna Fakta. Särtryck, Utemiljö nr 3. 8 s.
- Nissen, V.T. 1976. Halmafbraendingens mikrobiologiske virkninger. Tidsskrift for Planteavl. s. 547-555.
- Nyholm, I. 1950. Anvendelse af flammekaster og højtraffinerede petroleumssnifter til ukrudsbkaempelse i plantskolerne. Gartner Tidende 66(32) 328-331.
- Nyström, P. & Svensson, S-E. 1987. Termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Försöksverksamhet 1986. Stencil 18 s. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för lantbruksteknik, Alnarp.

- Nyström, P. & Svensson, S-E. 1988. Termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Försöksverksamhet 1987. (Thermal weed control on hard surfaces. Experimental work 1987). Sveriges lantbruksuniversitet, Inst för lantbruksteknik, Alnarp. Rapport 123. 52s.
- Olander, S. 1986. Ny odlingsteknik i hallon. Frukt- och bärödling, nr 1: 62-66.
- Olander, S. 1987. Personligt meddelande. Agronom. SLU, Lantbruksteknik, Ultuna.
- Olofsson, J. 1987. Personligt meddelande. Försöksledare, Nordreco, Bjuv.
- Olsen, R. 1987. Personligt meddelande. Car Consult. F.d. Generalagent för Agro Dynamic. Hilleröd, Danmark.
- Parker, R. E.; Holstun, J. T. & Fulgham, F. E. 1965. Flame cultivation Equipment and Techniques. Production Research Report No 86. Agricultural Research Service, Washington D.C. 16 s.
- Philipsen, Ir.P.J.J. 1970. Heat treatment of growing crops. Power Farming. April. 2s
- Preuschen, G. 1968. Unkrautbekämpfung durch Abflammen. Mitteilug der DLG. 22. s. 841-844.
- Primus. 1987. Broschyrer, informationsmaterial. Primus Svenska AB. Stockholm.
- Reinert, H. 1987. Personligt meddelande, broschyrer, prislista. Reinert Landmaschinen Gerätebau. Weidenbach-Triesdorf, Västtyskland.
- Rundgren, G. 1987. Personligt meddelande. Alternativodlare. Munkfors.
- Sanwald, E. 1977. Physikalische Unkrautbekämpfung. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft 8: 173-180.
- Schmid, O. 1986. Personligt meddelande. Forschungsintitut für biologischen Landbau. Oberwiil/BL, Schweiz.
- Schmid, O. & Steiner, N. 1987. Erfahrungen mit der mechanischen Unkrautregulierung i Getreide auf Betrieben de biologisches Landbaus. Uppsats i: Hoffmann, M. & Geier, B. 1987. Beikrautrregulierung statt Unkrautbekämpfung: Methoden der mechanischen und thermischen Regulierung. (Alternative Konzepte 58). Karlsruhe: Müller.s.65-81.
- Solås, G. 1986. Personligt meddelande. Institutet för mikrovågsteknik, Stockholm.
- Sutcliffe, J. 1977. Plants and Temperature. The Institute of Biology's Studies in Biology no. 86. Edward Arnold Ltd, London 57 s.
- Svennebrink, J. 1986. Mikrovågsvärmning. Institutet för mikrovågsteknik, Stockholm. 30 s.
- Svensson, K. 1987. Alternativa bekämpningsmetoder. Försöksledarmötet 1987, Uppsala. SLU, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 105, s. 14:1-15.

- Svensson, S-E., Holmberg, B. & Jansson, A. 1986. Utvärdering av försök med termisk ogräsbekämpning i Malmö Kommun. Ur: Termisk ogräsbekämpning. Rapport från ett seminarium i Malmö den 14 oktober 1986. Svenska Kommunförbundet och Movium, Alnarp. 36 s.
- Teepen, P. 1988. Personligt meddelande. Alternativodlare. Julita.
- Top Agrar. 1975. Pflanzenschutz per Mikrowelle. Top Agrar, 7, s. 50.
- Troedsson, T. & Nykvist, N. 1973. Marklära och markvård. Stockholm: Ahlmqvist och Wiksell. 403s.
- Van't Rood, A.C. 1986. Personligt meddelande. Agro Dynamic, Den Haag, Holland.
- Van't Rood, A. C. 1987. Thermische Neutralisierung der Pilzkrankheit *Phytophthora infestans* im Kartoffelbau. Uppsats i: Hoffmann, M. & Geier, B. 1987. Beikrautregulierung statt Unkrautbekämpfung: Methoden der mechanischen und thermischen Regulierung. (Alternative Konzepte 58). s. 151-152.
- Vester, J. 1984. Flammebehandling til bekaempelse af ukrudt. Hovedopgave. (Inst. for ukrudtsbekaempelse, Flakkebjerg) 103 s.
- Vester, J. 1986a. Flammebehandlingseffekt på afgrøder og ukrudt. (Effect of flame treatment on crops and weeds) 3. Danske Plantevaernskonference/Ukrudt. s.250-261.
- Vester, J. 1986b. Flame cultivation for weed control, 2 years results. Paper presented at the conference: Regulation of Weed Population in Modern Production of Vegetable Crops, Stuttgart. 15 s.
- Vester, J. 1987a. Flammebehandling til ukrudtsbekaempelse, 2 års resultater. 4. Danske Plantevaernskonference/Ukrudt. s. 140-153.
- Vester, J. 1987b. Flammebehandling til bekaempelse af ukrudt. Slutrapport for 1985-86. Inst. for ukrudtsbekaempelse, Flakkebjerg. 31 s.
- Vester, J. 1987c. Personligt meddelande. Inst. for ukrudtsbekaempelse, Flakkebjerg.
- Vester, J. & Rasmussen, J. 1988. Ikke-kemisk ukrudtsbekaempelse i grønne områder. (Non-chemical weed control in man-made sites). 5. Danske Plantevaernskonference/Ukrudt. s.168-184.
- Wright, F.B. 1947. Flame Cultivation Research in New York. Agricultural Engineering 28. s. 569.
- Vriesema, B. 1985. Evaluatie van en onderzoek naar mogelijke verbeteringen van de thermische onkruidsbestrijdingstechniek. Afstudeerscriptie. 84 s. B. Vriesema, Borgerweg 9, 6862 2K Oosterbeek, Netherlands.
- Åkermo, R. 1988. Mekanisk och termisk potatisblastdödning. Stencil 23 s. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för lantbruksteknik, Uppsala.

## BILAGA 1

## FYSIKALISKA OCH KEMISKA EGENSKAPER FÖR PROPAN OCH BUTAN (Gasolboken, 1987)

Egenskaper	Propan	Butan
<b>GAS</b>		
Densitetstal vid 760 mm Hg och 15°C (luft=1,00)	1,6	2,1
Densitet kg/m <sup>3</sup> n	2,0	2,7
Antal liter gas/kg vätska vid 760 mm Hg och 0°C	495	370
Explosionsgränser volymproc. gas i luft	2,1-9,5	1,5-8,5
Antändningstemperatur i luft °C	460-580	410-550
Förbränningstemperatur med luft, ca °C (teor)	1925	1895
Förbränningstemperatur med syrgas, ca °C (teor)	2850	2850
Erfoderlig torr förbränningsluft m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> gas	23,8	30,9
Erfoderlig syre m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> gas (teor)	5,0	6,5
Effektivt värmevärde, MJ/kg vid 0°C och 760 mm Hg	46,4	45,7
Effektivt värmevärde, MJ/m <sup>3</sup> n vid 0°C och 760 mm Hg	93,2	123,6
Maximal beräknad flamhastighet (enl AGA) cm/s	29,0	30,6
Avgaser vid fullständig förbränning med torr luft:		
CO <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> gas	3,0	4,0
N <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> gas	18,8	24,4
H <sub>2</sub> O m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> gas	4,0	5,0
Totalt m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> gas	25,8	33,4
CO <sub>2</sub> m <sup>3</sup> n/kg gas	1,5	1,5
N <sub>2</sub> m <sup>3</sup> n/kg gas	9,3	9,0
H <sub>2</sub> O m <sup>3</sup> n/kg gas	2,0	1,9
Totalt m <sup>3</sup> n/kg gas	12,8	12,4
CO <sub>2</sub> i volyms % av torra avgaser	13,8	14,1
Daggpunkt, °C, i avgaser	55	54

## BILAGA 1 forts.

	Propan	Butan
<b>VÄTSKA</b>		
Densitet vid 15°C kg/m <sup>3</sup>	508	585
Volymutvidgningskoefficient per °C medelvärde mellan -20 och +20°C 0 och +40°C	0,0028 0,0033	0,0018 0,0020
Smält/stelningspunkt, °C	-187	-137
Kritisk temperatur, °C	97	152
Kritiskt tryck, bar	43	39
Kokpunkt vid 760 mm, Hg, °C	-42,1	-0,5
Ångbildningsvärme, MJ/kg vid -20°C	0,4	0,4
vid 0°C	0,38	0,39
vid +20°C	0,34	0,36
Spec värme vid 0°C, kJ/kg	2,4	2,3



## BILAGA 2

## GGASOLFÖRBRUKNING MED OLIKA MUNSTYCKEN OCH GASTRYCK.

Förbrukning av gasol-propan i kg/tim. 1 bar = 0,1 MPa = 1,02 kp/cm<sup>2</sup>. I praktisk drift kan gasförbrukningen variera bl.a. beroende på skillnader i dysborrning, gasolsammansättning och lufttemperatur (Primus, 1987).

Dysa mm Ø	Gasttryck			
	0,5 bar 0,05 MPa	1,0 bar 0,1 MPa	1,5 bar 0,15 MPa	2,0 bar 0,2 MPa
0,25	0,07	0,10	0,12	0,16
0,30	0,09	0,14	0,17	0,22
0,35	0,12	0,18	0,22	0,28
0,40	0,16	0,24	0,29	0,38
0,45	0,21	0,30	0,37	0,48
0,50	0,26	0,38	0,46	0,59
0,55	0,31	0,45	0,55	0,71
0,60	0,37	0,54	0,65	0,85
0,65	0,44	0,64	0,78	1,01
0,70	0,51	0,74	0,89	1,16
0,75	0,59	0,85	1,03	1,34
0,80	0,67	0,97	1,18	1,53
0,85	0,76	1,09	1,33	1,73
0,90	0,85	1,23	1,49	1,94
0,95	0,95	1,36	1,66	2,15
1,00	1,05	1,51	1,84	2,39
1,05	1,17	1,68	2,04	2,65
1,10	1,28	1,84	2,23	2,90
1,15	1,39	2,01	2,44	3,17
1,20	1,50	2,16	2,63	3,42
1,25	1,65	2,37	2,88	3,75
1,30	1,78	2,57	3,12	4,06
1,35	1,92	2,76	3,36	4,36
1,40	2,07	2,98	3,62	4,71
1,45	2,22	3,20	3,89	5,06
1,50	2,38	3,42	4,16	5,41
1,55	2,54	3,66	4,44	5,78
1,60	2,70	3,89	4,73	6,15
1,65	2,87	4,14	5,03	6,54
1,70	3,05	4,39	5,34	6,94
1,75	3,23	4,65	5,66	7,35
1,80	3,42	4,93	5,99	7,79
1,85	3,61	5,20	6,32	8,22
1,90	3,81	5,49	6,67	8,67
1,95	4,02	5,78	7,03	9,14
2,00	4,23	6,09	7,40	9,62
2,10	4,66	6,71	8,15	10,60
2,20	5,11	7,36	8,95	11,63
2,30	5,61	8,05	9,78	12,72
2,40	6,08	8,76	10,65	13,84
2,50	6,60	9,51	11,56	15,02

## BILAGA 3

### ADRESSER TILL TILLVERKARE OCH LEVERANTÖRER AV FLAMAGGREGAT

#### GASOLDRIVEN UTRUSTNING

##### AGRO DYNAMIC

Agro Dynamic, Balsamienlaan 238, NL-2555 RH Den Haag, Nederländerna

Tel: 00931/70-68 95 11

Generalagent i Sverige: UteTjänst, Box 88, 267 00 Bjuv, Tel: 042-789 80

##### BIOFARM

Biofarm-Genossenschaft, Postfach, CH-4936 Kleindietwil BE, Schweiz

Tel: 00941/63-56 20 10

##### CATTER

Borst B.V., P.O. Box 92, Aruba 13, NL-7332 BJ Apeldoorn, Nederländerna

Tel: 00931/55 33 51 08

##### HERMANN MEYER

Representant i Sverige: AB Östra Sönnarslöv Plantskola, 297 02 Everöd

Tel: 0450-311 90

##### PRIMUS SVENSKA

Primus Svenska AB, Box 502, 127 26 Skärholmen. Tel. 08-783 65 65

##### REINERT

Reinert Landmaschinen Gerätebau, Marktplatz 9, D-8821 Weidenbach-Triesdorf, Västtyskland. Tel: 00949/9826-226

#### ÖVRIG UTRUSTNING FÖR RADODLINGAR

Johan Danielsson, Parboäng Gård, 380 65 Degerhamn. Tel: 0485-610 11

Mauritz Johansson Smide, Ansarve, Tofta, 621 98 Visby, Tel. 0498-652 88

Børge Nielsen, Tingvad 19, DK-8470 Sabro, Danmark. Tel. 009 45/6-94 81 75

Ingmar Persson, Pl 1049, 360 44 Ingelstad.

#### FOTOGENDRIVEN UTRUSTNING

##### AGENTOR

Agentor Nordic AB, Vagnmakaregatan 3, 415 07 Göteborg. Tel: 031-26 20 50

##### EMIDALPRODUKTER

Emidalprodukter, Lilla Bjällerup 5, 245 00 Staffanstorp, Tel: 046-462 67